فهرسة الازهار البديعة فى علم الطبيعة

صحيفه

صحيفه

وهذا تصويب ما وقع فيه الخطاء عند الطبع

صحيفه	سطر	خطا	صواب
٩٤	٤	الباب السابع	الباب الثامن
١٣١	٤	جدا قوية	قوية جدا
١٥٠	١٤	امتلاء من الهواء تذهب	امتلات من الهواء ذهب
١٨٢	٣	لاستفادة	الاستفادات
١٩٠	٢٢	الكافاق	الكافات
٢٢٣	٦	بحاصل	بحامل
٢٢٧	٦	من ذلك	ذلك من
٢٣٨	١٨	في ابين	في اس
٢٤٠	٩	شي	شمسي
٢٥١	٥	على ثيرميتر	على تيرموميتر
٢٥٣	١٤	المبحث الخامس	المبحث الرابع
٢٥٦	٦	شعلة ذلك المصباح صورة	صورة شعلة ذلك
٢٨٥	٨	ما بينه	ما بينهم
٣٠٣	١	ووقايتها	ووقايتها
٣١١	٢	طباعهم	طبائعهم

كتاب

كتاب

الطبيعة

بسم الله الرحمن الرحيم

يا بارى الاجسام المختلفة الطباع من ذرات الابداع * وامدنى [illegible]
على اختلاف الانواع فى سماء الشعاع * سحابا [illegible]
ويضحك ببرق يتلالا سناه من شهود شهدك * وغيوما ذوات ادناب [illegible]
رجوما * وطلا وثلجا وبردا ومطرا مسجوما * وظلا وسرورا وسرا [illegible] ابدا *
وفى كل ان تبدى لنا باهر قدرتك خلقا جديدا * فسبحانك [illegible] وا عظم
شانك * وما ابهى جلالك واعز سلطانك * فيا على يا حكيم ادم الصلاة والتسليم
على ذى الخلق العظيم * قطب دائرة النبوة والرسالة * وارض عن اصحابه
وانصاره الى يوم القيامة حزبه واله * اما بعد فيقول [illegible] المساوى محمد
الهراوى لما كان العلم الطبيعى متكفلا بكمال النفوس البشرية * [illegible] العلم
الالهى مكملا لسعادتها الدنيوية والاخروية * اذ بالاول يكون [illegible] على

احد

احوال الكائنات فى النشأة الاولى * وبه مع الشانى يتم علم احوالهما

فى النشأتين الاخرة والاولى * ولاشك فى ان شرف العلم يكون بشرفها

[illegible] * فشرفه على

[illegible] التعليم حتى لا [illegible]

[illegible] باعتبار العمليات * وتعلقه بهما باعتبار

[illegible] والذات * يحق ان يكون الاول فى التعليم بدارس صاحب السعادة

السنية * والسيادة الابدية * تاج الوزارة الاسلامية * ومنهاج السياسات

السلطانية * من تسابقت بميدان مطالبه العنايات البشرية * وتسابقت

فى ايلاء امانيه همم الملية * وساعدته الاقدار الالهية * بالطائف الجهرية

والسرية * على حسب ما انطوت طويته للعباد من الخيرية * حتى تملك ما يحوى به

من محاسن بلاد المشرق الرسيم الدارس * [illegible] من الصنائع فيما بعد

[illegible] ازهارها * وطمرت

[illegible] والورى الذى اعزدائمه بالعلم والكرم * وعززه

[illegible] الخ [illegible] بين الامم

ودر [illegible] رفع [illegible] * واناله [illegible] القرون الاوائل

* [illegible]

ادام الله [illegible] وبلغه فى الدارين فوق ما يتمناه * ولازالت

[illegible] فى بروج [illegible] سائرة * وكواكب [illegible] يزيده زاهية سائره *

[illegible] فى [illegible] مشهودة فى كل المشاهد * واحياء الفنون بها ظاهر

لا يحتاج الى [illegible] لعلو همته اراد زيادة الكمال لهذا الشان *

وترقيته فى [illegible] عدته فى شؤونه من اقسام الاحسان * حتى

لا يتوهم فيما بعد [illegible] طرق اليها وقوف على حد فضلا عن النقصان * فولى

[illegible] اعلى ديوان المدارس * [illegible] ميدان

[illegible] ابطال الفارس * [illegible] بهذا العقد

[illegible] المرام السعيد * [illegible] كل فن

امله ويجمع شمله * فوجد انه لم يتنبه لعلم الطبيعة احد قبله * ... لذلك
كان اول مزية عدت فى مزاياه التى لا تحصى * واسبق عزمة ...
الا ايله من انتهازه الفرص الذى لا ... م ... نية ...
... من المعلمين * فتكفل له بجمع هذا الكتاب الجليل *
موسيو بيرون معلم الكميا بمدرسة الطب البشرى النبيل * جمعه من كتب الفن
الفرنساوية * ثم ترجمه منها الى اللغة العربية * مترجم هذه المدرسة العارف
باللسانين * يوحنا عنحورى المدعو يحنين * مع مساعدة المؤلف المذكور
لمعرفته بالعربية * ومطالعته فيها بعض الكتب العربية التاريخية * وكان
المستملى له اذ ذاك والمصحح * اخينا الفاضل الشيخ محمد التونسى الواعظ المفصح *
فلما تم ترجمة ومقابلة * وبدى لهم انه جمع من الفن احسنه * اعرضوه الى الديوان
فامرت سعادة البيك المختار ان يطبع منه الف من الاسفار * ويكون ذلك
بمعرفتى حتى على اسلوب التأليف العربية اجريه * واحرر ... بعد فهم
معانيه * فاضطررت الى ان اقابله مع مؤلفه ثانيا * لاقف على ما ... نيه
المعنى مشانيا * وشمرت عن ساعد الجد للمسابقة فى هذا الميدان * وبذلت
غاية الجهد فى جمع الذهن وانتهاز فرصة الزمان والمكان * وتكبدت المشقة
فى تهذيب مبانيه * وتحرير الفاظه وتنقيح معانيه * حتى جاء بحمد الله كتابا ...
عن وصمة الفاظ الترجمة * منزها عن ركاكة تراكيب ... المتناظر ... ب
الاطلاع عليه والمطالعة فيه * يغنيان عن ايضاح ... * ... وقد ... ه
جامعه بالازهار البديعة * فى علم الطبيعة * نسأل الله دوام عز ... هذه
الفنون وبقاء آثار محاسنه فى هذه الديار الى يوم يبعثون

خطبة المؤلف

الحمد لله الذى لا نهاية لوجوده * حمدا جزيلا لا غاية لحدوده * على ما انعم به
على الانسان من الفهم والمعرفة والقياس * ليتوصل بذلك لمعرفة الحوادث
الغريبة الواقعة فى العالم بين الناس * ويحصل بواسطة التجارب ... بة ...
اظهار نواميس ذلك فيعرف العظمة الربانية * ويتعجب من آثار القدرة الالهية

ولذلك كانت ممارسة العلوم والصنائع متممة لما خلقنا له من الوقوف على عجائب العالم ومستغرباته * اذ لم يخلقها سبحانه وتعالى لتكون خفية علينا * بل انما هي في ادراكنا مشاهدتنا لها لنعتبر بحسن نظامها البديع * ومن حيث ان الفكر وحده [illegible] فيها * ويتوقف على غامضها وخافيها * احتاج لانه يتقوى في الاستعانات بالالات المخترعة من الانسان * ليعتبر بها الافعال والقوى الطبيعيين ويجعلها تحت يده مباشرة في كل وقت واوان * وانى لما استخدمت بمدرسة الطب البشرى معلما للكيميا من مدة سنتين * وقمت بما وجب على فيها كما تقربه العين * ثم طلب منى ان اتمم التعليم بعلم الكيميا علم الطبيعة * امتثلت الامر واقتطفت من روضة كتب هذا الفن كل زهرة بديعة * وجمعت هذا الكتاب من امهات الفن المذكور * وتممته حسبما انا به مأمور * فجاء كتابا على وفق الاقتراح * يرتاح له السمع وتنتعش به الارواح * وانما الفت اذ الاتساع في القواعد كان اقل نفعا اذ العارف لا يحتاج اليه والمبتدى يتعسر فهمه عليه * لكونه لا يوضح المسائل التي توضح * بل يترك تخلله مسائل مهمة * واجماله مما يتعلق بها الوطالب ولا يسمح بها مجرد الكتاب * فان كان مثل هذا الكتاب منصفا للمبتدين * [illegible] فوائد كتابه غير منتفعين * ولذلك اراه في مثل هذا المعنى ان اسم مصرالتى [illegible] كتب [illegible] ضعيف التركيب * لزم [illegible] ان تكون جيدة التركيب * في المشى فلذا اجتهدت في ان لا يكون كتابي هذا من ذلك القبيل * فيكثر فيه القال والقيل * والزمت نفسى بالدخول في المسائل المهمة من الطبيعة والكائنات الجوية * وان اشرحها شرحا تاما بواسطة القواعد العقلية * والدلائل التجريبية وازيد في التوضيح لاجل الفهم والادراك * وان كان قصدى خلوه من التطويل الموجب للارتباك اتكالا على ان المؤلف الذى يتداول تدريسه من بعدى * يوضح ما يلزم توضيحه ويشرح اليه قصدى * على حسب فهم التلامذة وسعة عقولهم * وما يراه من فطانتهم وحسن معقولهم * ولما كان هذا الكتاب اول مصنف ترجم من كتب الطبيعة وكائنات الجو بالديار المصرية والقصد ان تتناوله جميع

المدارس وتتلقاه بالقبولية * حذفت منه البراهين التى تؤدى بالاشكال
والارقام الرياضية * ليسهل على تلامذة المدارس الدخول فى هذه العلوم
العقلية * فاذا انتشرت العلوم الرياضية فيما بينهم بعد ذلك * سهل على المترجم
عليه ان يبين ما حذفته من ذلك * وحيث ان هذا منهج لم يسلكه من اهل
هذه الديار سالك * فتحناه باسهل العبارات * والطف الاشارات * لارشاد
السالك * وقد حزت قصب السبق بهذا التأليف فى هذا الميدان * ولعل
من بعدى يكون عيالا على فى هذا الشان * فلله در هذا الزمن الذى بزغت فيه
شمس هذه العلوم بالديار المصرية * واستضاءت بحسن انوارها البهية *
بواسطة صاحب الاراء السنية * والهمة العلية * والافعال الناجحة *
والاحكام الصالحة * حضرة الخديوى الاعظم * الذى احيى رفات العلوم
والمعارف * وجدد ما اندثر من رسوم اللطائف * اسئل الله دوام ايامه * ونصره
ونشر اعلامه * كما اسئله ان يوقع فى نفوس اهل هذه البلاد * ما ينتج من هذه العلوم
من الاصلاح والسداد * ثم انى افهمت بعض الالفاظ العربية * شيئا من
الالفاظ الفرنساوية * ما يسر ترجمته الى العربية * هذا وقد رتبت هذا
الكتاب على جزئين اولهما فى العلوم الطبيعية ثانيهما فى [illegible]
الجوية * وفى كل منهما ابواب وفصول ومباحث تعرف من الفهرسة

نبذة فى تاريخ الطبيعة

لاشك ان علم الطبيعة من اهم العلوم ويغلب على الظن انه اول علم استنبط لانه يبعد كل البعد ان يعيش الانسان بين حوادث كثيرة من غير ان يجتهد فى معرفتها وتبينها * واحتياجات عظيمة لا يشتغل بتحصيلها واستيفائها * وفى وسط اماكن يقضى مرامه منها * واحوال لايدرى ما يقول اذا سئل عنها * ولذا كان اول ما يبحث عنه الطالب تفسيرها وتحصيلها * وقد جرت العادة فى جميع العلوم بان اول ما يبتدئ بتعليمه منها هو الاصول النظرية اى التى تكون ادلتها عقلية بحيث تفهم منها النتايج العلمية * وفى العصر الاول قبل ان تظهر التجارب شيأ من النواميس الطبيعية وقبل ظهور الانتظام الذى هو النتيجة العامة لتلك النواميس تكلم الناس فى الطبيعة باوهامهم ونسبوا الحوادث الى علل آلية كآلة الحس وآلة العقل وكذلك انهم اعتبروا العالم كجسم آلى له وظائف ومادروا ان العالم مكون عظيم له وظائف لا تحصى فلو نسبوا الجميع لآله واحد لكفاهم ذلك * والقدماء من المصريين وان كانوا دونوا العلم الطبيعى الا انهم جعلوا اجتهادهم فى المشاهدات الفلكية فانتشر عن غيرهم تقسيم السنة الى اشهر يعود كل منها فى زمن وفصل لا يتغير * والجالية من اليونان اى الذين كانوا بمصر ورحلوا عنها استوطنوا الاوربا قبل ان يتم ... واشتغلوا بالعلوم فارتقت بهم الى اعلا درجة واخذها عنهم اهل الاوربا وتدارسوها ووسعوا دائرتها وغاصوا فى بحارها حتى استخرجوا لآلئها واغنوها فصارت الاوربا الآن مركزا خصيصا لجميع العلوم تجريبية كانت اعنى طبيعية او ماوراء الطبيعة * وقد صرف القدماء من فلاسفة اليونان مثل تاليس واناكساغوروس وفيثاغورس وافلاطون وغيرهم اموالا لا تحصى فى ذهابهم الى المعابد الهندية والمصرية حتى دخلوها وتعلموا العلوم التى كان يتعلمها رؤساء الديانات ويعلمونها فيها * واول من اشتغل منهم بدراسة العلوم الطبيعية وظواهرها الفيلسوف تاليس الملطى وكان قبل الهجرة بنحو الف ومائتى عام فاظهر

الكهربائية بالملك اعنى القوة المادية التى تكتسبها الكهربا بالملك فتجذب اليها الاجسام الخفيفة كالقصاصات من الورق * وبعده بنحو نصف قرن ظهر فيثاغورس وهوارل من قيل فيه انه معلم طبيعى حقيقة وألف مجموعا جليلا سماه بالموافقات الطبيعية ذكر فيه ارآء جليلة فى السماع والتثاقل اى قوة الجذب المتنوعة والابصار والوان الضوء * وذكر فى الالوان مانصه ان الوان المرئيات لاتكون الا بانعكاس الضوء المتنوع بانواع مختلفة وكثيرا مايكون نتيجة اختلاط عناصر الضوء اى الوانه وقد تكلم كل من الفيلسوف امفيدوكل الذى كان من اغريجان من جزيرة صقليا واكسنوفانس الذى اسس مدرسة ايليه من بلاد كاسيا وديموكريت ولوسيب على الجوهر الفرد وزادوا فى المعارف الطبيعية لاسيما ديموكريت فانه شرح نواميس سقوط الاجسام فى الهواء والخلو وتكلم على الهواء والضوء والنار

وقبل الهجرة بنحو الف سنة ظهر افلاطون نابغة عصره فجدد جميع الاعمال التى عملت قبله ووضحها بعد ان تتلمذ للفيلسوف الكامل سوقراط واكتسب منه المعارف العلمية ثم افاض على جميع المعارف قوة ذهنه وشدة حذقه ومن حيث ان الضوء كان من موضوع مباحث المتقدمين كان الغالب على الظن ان الزجاجات المقعرة اعنى المرايا المحرقة كانت معروفة قبل افلاطون وشانها تجميع الاشعة الشمسية والحرارة الى نقطة ليلتهب منها ماقابلها من الاجسام على بعد مخصوص * وقد اعان افلاطون على تقدم العلوم الحقيقية اعنى الطبيعية بتوضيحها بالطرق الهندسية التى اخترعها ليهتدى بها فى الاستقصاءات العلمية * وقال تلميذه تيمه الذى كان من لوكورس ان الكهربائية مادة لطيفة ونسمة او شئ روحى يخرج من الكهربا فيجذب اليها بعض الاجسام ثم ظهر ارسطاليس وكان مولده قبل الهجرة بتسعمائة وسبع وثمانين سنة فى استاجيرمن حدود تراس ومقدونيا وتتلمذ لافلاطون ثلاثين سنة واستوطن مدينة المدلى بعد موت افلاطون الى ان دعاه فيليبوس ملك مقدونيا ابو الاسكندر العظيم ليقوم بتربية ولده الاسكندر الفرد المشهور

بالاكبر وهو الذى ثبت وجوده وغزا ملك الفرس دارا وفتح بلاده وكان ارسطاليس اذ ذاك فى اثينيا ومعه جم غفير من التلامذة يحضرون دروسه وتوغل بقوة ذهنه وشدة فطانته فى كثير من المسائل الفلسفية والطبيعية والفلكية والقصة الطبيعية للحيوانات فوضع جميع ذلك وعين ثقل الهواء وانشأ القسم النظرى فى تولد الاصوات الحاصلة بواسطة تموج الهواء لكنه لما كان غير متبحر فى العلوم جعل العناصر اربعة فقط وهى الماء والتراب والهواء والنار وظهر فى عصره ارخيتاس الذى اخترع البكرة والبريمة فكانه هو المؤسس للعلم الطبيعى الميخانيكى بمنزلة اب له * وبعد وفاة الاسكندر لم تجد العلوم الفلسفية والطبيعية والهندسة ملجأ الا الديار المصرية وذلك لانه ملكها بطليموس احد رؤساء عساكر الاسكندر فانشأ فيها مدرسة جمع فيها علماء البلاد ورتب لهم ارزاقا من بيت المال وتلك المدرسة هى مدرسة الاسكندرية المشهورة وكان ذلك قبل التاريخ المحمدى بنحو تسعة قرون وانشا بها حين ذاك خزانة كتب جمع فيها ما ينوف عن اربعين الف مجلد وسماها بالام ثم انشأ خزانة اخرى وسماها بالبنت وكان بطليموس المذكور ماهرا فى الفلك والهندسة ولذلك اظهر حركة القمر والف كتابا فى الجوغرافيا
وقبل التاريخ المحمدى بنحو سبعة قرون ونصف ظهر الماهر الشهير ارشميدس فى جزيرة صقليا وكان ماهرا فى الطبيعة والهندسة ولما حوصرت مدينة سيراكوزا التى هى قاعدة جزيرة صقليا كان مديم الاشتغال باختراع الآلات الحربية وصنعها للذب عن تلك المدينة ولذا لم تؤخذ هذه المدينة الا باقصى ثمن من الارواح ولم يزل ارشميدس مشغولا فى خلوته يرسم على الارض اشكالا هندسية فاصدا بها حماية المدينة حتى دخل العدو المدينة وولج عليه واحد من الجند وهو فى تلك الحالة وخاطبه فلم يشعر به لشدة انهماكه فيما اشتغل عليه فاحتد الجندى من عدم رد جوابه وقتله * وقد اخترع كتيزيبوس فى مدرسة الاسكندرية طلومبة وآلة لرمى السهام بواسطة قوة مرونة الهواء المتكاثفة واخترع هيرون الجرو وهو الالة المسماة عند البحريين بالعيار

وهى آلة لرفع الاثقال من الاحجار وغيرها، وتكلم على تمدد الهواء من الحرارة
والرومانيون كانوا اذ ذاك مشغولين بمجد الحروب فلم يلازموا الا معاناة اسلحة
الحرب وحرموا مجد العلوم لازدرائهم لها ولما وصل الامر الى الزمن الذى
اشتغلت فيه العرب بالديانة الجديدة هاموا بالحماس الذى هيجته فيهم تلك
الديانة فخرجوا الى الديار الشامية والعراق والمصرية واردوا ان يمحوا الملة
النصرانية وقام بهم انهم قادرون على ذلك برهة من الزمان ثم بردت حدتهم
وهمدت شدتهم وتنبهوا للعلوم والصنائع فاستجلب الخلفاء بفاضل جودهم
ارباب العلوم فارشدوهم الى جمع كثير من الكتب العلمية وترجمتها ومؤلفات
فلسفية لليونانيين فتعلموا حتى تزينت قصورهم بخزائن كتب ثمينة وقصدت
بمراصد فلكية جليلة وتدارس العرب علم الفلك والكيمياء والنبات والهندسة
مع الاجتهاد الزائد حتى انه قد نسب اليهم انهم هم الذين ادخلوا فى الاوربا طريقة
حساب الاعشارى التى اخذوها من الهنديين وكانوا يعرفون التقطير وصناعة
التصعيد كعمل البوظة وغيرها ولو انهم اخذوها من [illegible] وشكل الاوانى
الكيماوية باشكال يسهل بها التناول واستنبطوا بعض طرق فى علم الكيميا
العملى ثم تولعوا بخرافات الكيميا [illegible] مدة ثم بردت حرارتهم الى ان شيئا
فشيئا رجعوا الى الميدان حين انهم فضلوا الخرافات كالف ليلة وليلة
عن الاستقصاءات الاكيدة النافعة التجريبية العملية ولا يخفى ما فى ذلك من
الفساد * هذا وقد لاح الآن شمس عصر جديد للعلوم اخذت فى الظهور
حيث استقر بها فى الديار المصرية استقرارا يدل على قرب شروقها فلعلها ان
تشرق وتطلع اشراقا وسط الظلمة التى كانت محيطة ببعض العقول وتزيل
الغمامة الكثيفة المستولية على الاذهان المانعة عن التدبر والتفكر فى عجائب
المخلوقات وبدائعها والعجب من انهم كانوا فى الاوربا فى ذلك الوقت ينسبون ذلك
للديانة وما دروا انهم بذلك عطلوا وظيفة العقل الذى به صار الانسان اكمل
المخلوقات فكانهم يقولون ان العقل لم يخلق للتأمل وان نعلم ان الارجل لم تخلق
للمشى وحاشا ان تأمر الديانة بشىء من ذلك ومثل هذا كلام لا يوقف بحولان

العقل كيف والله يريد استقلاله وكماله * ولا شك في ان الهداية الى الصراط المستقيم في كل شيء لا تكون الا بالتعلم وان التقدم في الصنايع والفنون من اعظم الاسباب الموجبة لانفتاح البصائر فانه لما عمل لورق من القطن بعد الهجرة بنحو خمسمائة عام على بعض نحو ثلاثة قرون من خرق الكتان وفي ذلك الزمن اخترع غوتانبرغ طبع الكتب الذي هو اقوى الوسائط في خلود افكار الانسان ونشرها بين القبائل و سهولة التعليم للناس والاستنباط الزجاجات العدسية من نحو قرنين عرف بعدها بقليل منفعة البوصلة المشهورة بين الناس بيت الابرة واول بوصلة صنعت كانت في مدينة جنيورة الاوربا فلما ظهرت ارتقت بها العلوم البحرية الى درجة عالية واوجبت ارباب ... الى اقتحام المخاوف وارتكاب المخاطر فقد كشف بها غاما البرتقالي الهل المسمى برأس المؤتفكات وبرأس الرجا واهتدى بها مكرستوف كلومب لاظهار الدنيا الجديدة المسماة بالاميريكا وحصل له في ذلك من المخاطرة والاهوال ما لم يكن يخطر بالبال هذا ويظهر ان البوصلة كانت معروفة عند اهل الصين قبل الاسلام بما ينوف عن الف وخمسمائة سنة * ولما كان استراق ملح البارود معروفا عند العرب في الشرق اظهر الراهب السيماوي شوارتس بعد الهجرة بنحو سبعمائة وسبعين سنة تركيب البارود وصنعه * وبعد ... بنحو قرن فتح الاتراك القسطنطينية المدينة العظمى الرومانية ... من كان باقيا فيها من ارباب المعارف فتوجهوا بكتبهم الى الاوربا واستوطنوا بها ومن ذلك الزمن الى الآن لم تأت العرب ولا آل عثمان بشيء من العلوم بخلاف اهل الاوربا فانهم سارعوا الى حسن التمدن وانشأوا في كل جهة منها مدارس لا تحصى وخزائن كتب لا تستقصى ونحو ذلك من امثال ما هو من هذا القبيل * وقد قطع كل من علمي الفلك والطبيعة بكثرة التجريبات علاقة الاوهام الفاسدة عن كثير من الاذهان * ونحن معترفون بالفضل لاصحاب ... ورواد الاقتصار القائمين للعلوم بحق الانتصار ولو ذاقوا في ذلك كؤوس المرار فان الشهير غاليلي لما عرف حركة الارض لما قام عنده من ثبوت ذلك بالبراهين

الهندسية ورضى بطرحه فى السجن وبجعل نفسه قربانا لاظهار حقيقة مقاله
وقال ان الارض تدور وتخالف مافى التوراة من ان الشمس هى التى تدور
فان يوشع عليه السلام لما حاصر الجبارين وخشى من ان تغرب الشمس قبل فتح
البلدة قال للشمس قفى فوقفت وغاليلى المذكور كان يخطر بباله وهو
فى السجن امكان غلطه فى كلامه بكثرة العذاب الذى اداه لان يحكم بحركة
الارض ويرجعه على الجدران فلما تأكد عنده صحة ما قاله تفكر برهة ثم ضرب
الارض برجله وقال ومع ذلك هى التى تدور وهو الذى اتقن التلسكوب
وهى النظارة التى تظهر بها الاجسام التى فى غاية البعد كالكواكب واخترع
البندول وقال بامكان وزن ثقل الهواء وثبت تلميذه توريشيللى ان هذا الثقل
يعادل ثقل عامود من الماء ارتفاعه اثنان وثلاثون قدما او عامود من الزئبق
ارتفاعه ثمانية وعشرون قيراطا وهذا هو الاساس الذى اسس عليه البارومتر
اعنى الآلة التى يعرف بها ثقل الهواء على حسب الطقس وقد بحث جلبير
الذى مات فى اول القرن السابع عشر بعد الهجرة عن الكهربائية قبل موته بنحو
اربعين سنة واشار الى نوعى الموجب من دائمى الاجتماع وقال انهما بخلاف
المتماثلين فى النوع فانهما دائما متنافران وفى ذلك الامر كان لم يوجد الناس
نحو عشرين قرنا ومن ذلك الوقت لم تتقدم المعارف الكهربائية واختراع
الميكروسكوب اى النظارة المعظمة كان من رجل من هلانده يسمى دريبل
وهو ايضا اول من صنع الترمومتر وما قرب من ايامه اخترع اوتوديغريك فى
بلاد النمسا الآلة المفرغة للهواء ومات بعد الهجرة بنحو الف ومائة سنة ومن ذلك
الوقت اخذت العلوم الطبيعية فى التقدم والنجاح واشتغل ديوان علماء فرنسا
الذى اسسه ليوبولد وهو الملك الاعظم عندهم فى سنة ١١٤٦ بعلم السماع
وخواص الضوء والحرارة وما يحصل فى الانابيب الشعرية وقبول الماء
للانضغاط وحث على العلوم الطبيعية دون غيرها واشتغل المعلم هوجينس
بالعلم الطبيعى والميكانيكى فجعل بندول غاليلى المذكور سابقا مقياسا للزمن
وصنع ساعة كانت اول ساعة منتظمة السير وبعده بزمن يسير وصلت

الساعات الى درجة عالية من الاتقان مع انا فكر في اتقانها ما كان موجودا قبل ذلك بزمن طويل فقد حكى في التواريخ ان الخليفة هارون الرشيد اهدى الملك فرانسا كارلوا الكبير ساعة تعرف بها الاوقات بواسطة رنين كرات تتساقط على التعاقب في اناء من الايار في النحاس وكان فيها اثنا عشر تمثالا على هيئة فرسان لكل واحد باب صغير يفتحه ويغلقه عند تمام الرنة وغاليلى المذكور لم يتقن التيلوسكوب حق الاتقان بل الذى اتقنه هو هيغوليوس فانه صنع منه اولا ما طوله ستة عشر قدما ثم ما طوله ثلاثة وعشرون وبعد ذلك زاد في اتقانها المعلم روبيرهوك فركب لها عدسات زجاجية ازيد مما كانت فيها * وفي نصف القرن الحادى عشر من الهجرة اسس كولبير وزير الملك لويز الرابع عشر في مدينة باريز قاعدة مملكة فرانسا ديوانا لارباب العلوم وشيد المرصد المعروف الآن بباريز واظهر رومير الدانيمار كى سرعة سير الضوء واوضح تلريوط في فرانسا الفرق الذى حصل بين سرعة سير الاجسام حال سقوطها على حسب مقاومة الهواء وحجم الجسم ثم ظهر الشهير نويتون في الانجيلاتيرا وصرف تأمله في جميع الاعمال المتعلقة بالعلوم الطبيعية والفلكية وهو الذى رأى في يوم من الايام سقوط تفاحة من شجرتها فكان هذا السقوط كافيا في اظهار القوة الجاذبة اعنى الناموس الضابط لانتظام العالم بأسره واضاف الى ذلك اثبات القوة الدافعة وهى قوة مضادة للاولى لحصول التعادل * وقبل نويتون بنصف قرن تكلم المعلم ديكارت على المسائل الدقيقة التى بحث عنها نويتون ونورها بنور اجلى مما كانت عليه فاقتفى العلماء اثره في ذلك واتقن الطبيب بابين في الانجيلاتيرا الآلة المفرغة اتقانا زائدا بحيث لم يحصل في تركيبها بعده الا تغير قليل وبحث سوبرينه الشيساوى عن الكهربائية والذى يظهر انه اول من تأثر جسمه برجتها وعرف غريه وويلير بعض الاجسام الموصلة للكهربائية وبعض غير الموصلة وميزدوفاى في فرانسا الكهربائية بين الزجاجية والراتينية وبين خواصهما واتقن نوز الآلة الكهربائية وزادها الموصل المعدنى المنفرد

وكان يصعق بها بعض الحيوانات الصغيرة وصنع كل من ريمور بفرانسا وفاهرنهيت فى الازلاندا تيرمومتيره * واخترع موشنبرولنز بابجة ليد واخترع باوري المغناطيس الصناعى واتفق مع نوكومن وكوليه واخترعوا اول الثمن الآت البخار المعروفة وكان ذلك فى آخر القرن الحادى عشر من الهجرة وادام فرنكلين الاستعماق الكهربائية لكن بمقتضى رأيه لم يجعلها الكهربائية واحدة وهى الموجبة التى تميل دائما الان تكون متعادلة فى جميع الاجسام واما السالبة فقال فيها هى قلة الكهرباء ئية فى الاجسام واما الحالة التى لم تظهر فيها كهربائية البتة فهى حالة الخمود وهو اول من تجاسر وقال للصاعقة هل انت الاشى كهربائى فاجابه لسان الحال شيا بنم فلذلك ورد على خاطره شئ عجيب وهو ان يخترع مانعة الصاعقة وفى هذا الزمن فسرايبينوس الصاعقة تفسير انطريا وقال انها كهربائية موجبة وسالبة وقيل ان سوسور هو اول من تجر فى تجربتهم كائنات الجو واخترع الآلات المسماة بالآلات الايغروسيترية اى الآتية بالرطوبة وبين الارياح الصحيحة الباعثة عن الندا والمطر والثلج ومات سوسور المذكور سنة الف ومائتين وخمس عشر من الهجرة وقبل هذا العصر بنحو قرن خطر ببال الراهب المسمى بالاب فرانسوا ركس ان يطير بنفسه فى الارتفاع الاعلى الجو لكن لم يحصل ذلك الاسنة الاخوين المسمين مونغولفيير فى فرانسا سنة الف ومائتين فانهما صنعا قبة مساحة دائرتها مائة قدم وعشرة وارتفعا فيها فى الهواء وهذه القبة هى المسماة باللغة الفرنساوية اروستات اى القبة الهوائية وبعدهما باربعة اشهر قذف بلاتر دبروزيه نفسه فى الهواء بحضرة جميع ارباب الدولة بباريز فارتفع اكثر من تسعين قدما فى زورق معلق بقبة مونغولفيير فلما اطمأن بهذه التجربة الاولى اراد ان يذهب الى الانكيلاتيرا فى القبة فركب فيها هو وجول رومان من مدينة بولونيا التى على شاطئ البحر فارتفعت بهما ارتفاعا عظيما لكن التهبت القبة بعد ذلك وسقطا منها متفتتين بسبب بخار عن لم يختلط بالهواء فكان ذلك سببا الاختيار عمل القباب بغاز

الايدروجين ولاختراع مانعة السقوط وفى هذا الزمن اشتغل كولونب بالمغناطيسية واظهران هنالك جملة معادن قابلة للتمغطس ولكونه معلما طبيعيا اشتغل بفروع كثيرة من علم الطبيعة فعين وجود عنصر الحرارة المتحد اوالخفى الذى تكلم عنه استال قبل ذلك بقرين وبعده فلوجيستيك اى عنصر اللهب واثبت شيل تشعبه على خط مستقيم وانعكاسه من سطح المرآة المعدنية وانحصاره فى نقطة اذا كانت المرآة مقعرة * واظهر المعلم غلوانى الكهربائية الحيوانية فنسبت له فقيل لها الغلوانية ونصها المعلم ولطه وصنع العمود الكهربائى وهو الذى ادى كرويكش هانكس الى ان يصنع الحياض الكهربائية وذلك من مدة خمس وثلاثين سنة واتقن هيرشيل الذى مات من مدة ثنتى عشرة سنة التيلوسكوب اتقانا عجيبا اعانت بواسطته الابصار من الرؤية من مسافات لا تكاد تدرك من اقصى السموات فلو وجد انسان اخر واسكنه ان يتقن التيلوسكوب كاتقان هيرشيل لجوز العقل ادراك اقرب الكواكب الينا ادراكا كاملا حتى يعلم ان كان فيها سكان او نباتات او غير ذلك * هذا ملخص تاريخ العلوم الطبيعية وكائنات الجو باختصار وهنالك جملة من المعلمين المهرة يستحقون لان تذكر اسماؤهم فى تواريخ العلوم الطبيعية لكنه لكون هذا المختصر لا يتحمل ذكر جميعهم ذكرنا فيه بعضهم وسيرد عليك فى اثناء هذا المؤلف كثير من اسماء مشاهير المعلمين وعلماء علم جر الاثقال * والذين اذكرهم لك هنا هم هؤلاء ليزلى ودالتون الانجليزيان وغاى لوسالك واراغو وبيوت وبوليه وفرينيل وساوار وامبير وهؤلاء فرانساويون وامبير هذا هو معيد جميع تجريبيات ارستيد مدرس علم الطبيعة فى مدينة كوبنهاك واليه ينسب اثبات اراء ارستيد فى ان السيال الكهربائى والسيال المغناطيسى يكاد اصلهما ان يكون واحدا وقد صار البحث والاشتغال بعلم الطبيعة وكائنات الجو فى الاورباجانية الجد والاجتهاد حتى اشتهر فيها بالتقدم والبراح فترى فيها الاستكشافات العلمية من كل نوع مستمرة متواصلة فهى الان ديوان العلوم ومعدن التدقيق دائما يشتغل فيها

بذلك وكثير من القبائل يحتاج للدخول فيها الاكتساب العلوم وحسن الارشاد للفنون وقد اوقع الله حب ذلك دائما فى قلوب المشتغلين فلا يعتريهم كسل ولا ملل ولا فتور فى اكتساب المعارف بالدراسة والبحث والقياس والخطابة فهى الآن [illegible] الدنيا الخمسة واعظمها وقد جعلنا هذا الكتاب فى علم الطبيعة وكائنات الجو [illegible]

الجزء الاول فى علم الطبيعة وفيه تسعة عشر بابا

الباب الاول كلام كلى فى الطبيعة

الطبيعة علم تعرف منه الخواص العامة للاجسام باعتبار كونها كتلا والحركات الميكانيكية التى تفعلها تلك الاجسام فى بعضها وتتعين النواميس اى بواسطتها تتفاعل الاجسام فى بعضها وقولى فى التعريف باعتبار كونها كتلا تخرج [illegible] اى انه علم به تعرف طبيعة العناصر الكائنة فى الاجسام المكونة يبحث فيه عن الاجسام من حيث التحليل والتركيب وتخرج ايضا علم المينارولوجى اى المعدنيات والبوتانيك اى علم النباتات والزيولوجى اى علم الحيوانات فان هذه الثلاثة انما يبحث فيها عن الاشكال والصفات المخصوصة بالمعدنيات والحيوانات والنباتات وعن كيفية وجودها ان كان على سطح الارض اوفى جوفها وعن كيفية نموها وسيرتها لا عن الظواهر التى تحصل بين كتل الاجسام وتخرج ايضا علم الفلك والجيوغنوزى اوالجيولوجى اى علم معرفة طبيعة الارض فانهما تبحثان عن بعض الاجسام فى بعض احوالها فعلم الفلك وان كان يبحث عن الكواكب وحركاتها وابعادها ونحو ذلك الا ان القواعد التى تستنتج من هذا البحث ليست عامة كالتى تستنتج من علم الطبيعة وعلم الجيوغنوزى انما يبحث عن شكل الارض الظاهر ووضع الطبقات المعدنية فى جوف الكرة بالنسبة لبعضها وعن تساوى اسطحة الارض واختلاف ميلها وعن تقطع الشواطئ واتجاه تيار الماء وعن وضع الجبال وتكونها ونحو ذلك لا عن الظواهر العامة الناتجة من فعل الاجسام

المحدود طولا والدائرة خط منحنى جميع نقطه على بعد واحد من نقطة المركز والخطان المستقيمان لا يحددان مسافة فان صار ثلاثة نتجت عنها جميع اشكال المثلثات كالمثلث القائم الزوايا والمثلث المستطيل وغيرهما وان صارا اكثر من ثلاثة نتج الشكل المسمى بكثير الزوايا المنتظم وغير المنتظم واعلم ان قياس اقطار الاجسام كقياس خطوط الاشكال الهندسية يختلف بالقلة والكثرة فقياس الخط المستقيم سهل وذلك بان يوضع عليه قياس اصطلاحي معروف وقياس الدائرة صعب لكونه لا يمكن قياس الخط المنحنى مع الاتقان نعم يمكن معرفة مساحة دائرتها تقريبا وذلك بمعرفة قطرها فان مساحة الدائرة بالنسبة للقطر تكون ثلاثة امثاله تقريبا واما قياس الاسطحة فمؤسس على بعض قواعد فاذا فرضنا مربعا مستطيلا مساحة كل من اضلاعه عشرة من الميتر نعرف مساحة سطحه بضرب قاعدته ان عرضه في ارتفاعه اي طوله فاذا ضربت عشرة القاعدة في واحد من العلو حصل عشر مربعات صغيرة كل واحد منها ميترواحد كما في الشكل (١) من انواع الاشكال وان ضربت في اثنين من العلو حصل عشرون مربعا وفي ثلاثة حصل ثلاثون وهكذا الى العشرة فاذا ضربت عشرة القاعدة في عشرة العلو كان الحاصل مائة هي مساحة سطح ذلك الحيز فنتج من هذه القاعدة ان معرفة مساحة المربع تكون بضرب قاعدته في علوه وهذا يشمل جميع اشكال قائمة الزوايا والمربعات المتوازية الاضلاع كما في الشكل (٢) فانه من حيث ان قاعدته سبع من الميتر وعلوه اثنا عشر تكون مساحة سطحه اربعا وثمانين من الميتر وقياس سطح المثلث يكون بضرب قاعدته في نصف علوه فانه قد ثبت في علم الهندسة ان كل مثلث نصف مربع متوازي الاضلاع فيكون قياسه مؤسسا على قياسه فلو فرضنا مثلثا قاعدته ستة من الميتر كما في الشكل (٣) ورسمنا على قاعدته مربعا متوازي الاضلاع كما في الشكل (٤) وقسناه بضرب قاعدتها في علوها لوجدنا ان مساحته النصف التي هي مساحة حيز المثلث في الشكل (٣) وحيث علم ان تحصيل سطح المربع يكون

بضرب

بضرب قاعدته فى علوه يعلم منه ان تحصيل نصف سطحه يكون بضرب القاعدة فى نصف العلو وحيث كان المثلث نصف المربع ينتج منه ان تحصيل مساحة المثلث تكون بضرب قاعدته فى نصف علوه فاذا كانت قاعدة المثلث فى الشكل ( ) مفروضة بستة من الميتر ونصف العلو من ت الى ه ميتران ونصف كانت مساحة سطحه خمسة عشر ميترا حاصلة من ضرب ستة فى اثنين ونصف وبهذه الطريقة يسهل عليك قياس سطح الدائرة وذلك بان تقسم الدائرة الى جملة مثلثات قاعدة كل منها فى الدائرة ورأسه فى مركزها كما هو مصور فى الشكل (٥) ثم تضرب مجموع القواعد فى نصف الاشعة التى هى علو المثلثات فيحصل المطلوب فى الشكل (٥) اذا فرضنا السبع قواعد المعلم عليها برسم د المفروض كل دميترا واحدا فى نصف الشعاع الذى هو من س الى ش المفروض باربعة ونصف من الميتر كان الحاصل من ضرب السبع فى الاثنين وربع خمسة عشر ونصفا وربعا وهى مساحة سطح ربع الدائرة هذه قاعدة قياس المسطحات واما قياس مساحة الجسمات فجملة تتبع علم الهندسة الا انا نقول على سبيل الايجاز ان قياس مساحة الجسم المكعب والمتوازى الاضلاع يحصل اولا بضرب القاعدة فى العلو ثم ضرب الحاصل فى العمق فاذا وجد مكعب مساحة كل من جوانبه عشرة من الميتر كانت مساحة سطحه مائة فاذا كان سمكه ميترا واحدا تحصل من ضرب القاعدة فى العلو مائة ميتر مكعب فاذا كان السمك عشرة من الميتر كانت مساحته الف ميتر مكعب حاصلة من ضرب المائة مساحة سطحه فى عشرة مساحة سمكه ومساحة الهرم تحصل بضرب قاعدته فى ثلث علوه هذا وفيما ذكرناه من الثمار يكفى الهندسية الوجيزة ما يلزمنا للقياسات اللازمة فى علم الطبيعة لان جميع الاسطحة يمكن ان نصيرها مثلثات ومربعات مضبوطة متقنة ونصير الاجسام الغليظة المصمتة اجساما متساوية الاسطحة اهراما وبذلك لا تعسر معرفة مساحة الجسم اليسيرة برسم مثلثات كثيرة اليها تتساوى

الفصل الثانى فى عدم التداخل

عدم التداخل خاصة المادة بها لا يمكن ان يشغل جسمان او جزءان من مادة
حيزا واحدا فى آن واحد وحينئذ فدخول المسمار فى الخشب انما هو فى الخلو
المتحصل من تجنيبه لاجزاء الخشب لا نفوذ فى نفس الاجزاء ودخول السائل
فى الاسفنج والطباشير حلول فى المسام الموجودة بين الاجزاء ولذا لو غمرت
يد فى آنية ماء لشوهد ارتفاع سطح الماء ولو ملئت زجاجة ماء ولم يبق فيها
فراغ لاجل السدادة وسدت سدا محكما ثم انزل فيها سداد من حديد الى باطن
الماء لانكسرت الزجاجة وذلك لان السداد يحاول الدخول فى باطن الزجاجة ليجرى اجزاء
الماء لتتباعد كى يجد له حيزا يحل فيه والماء يجتهد ان لا يقبل الانضغاط فتنكسر
الزجاجة وبعض الممتزجات كالمزيج من الذهب والفضة او الذهب والرصاص
او الفضة والنحاس او القصدير والرصاص وكالممزوج من الماء والاسيد سولفوريك
اى الحمض الكبريتى فى اعلا درجة او الالكول فان كلا من هذه الممتزجات يشغل
حيزا اقل من الحيز الذى يشغله كل من الممتزجين على حدته ولا يقال حينئذ ان
الاجزاء تداخلت لانا نقول انها تمازجت حتى نفذ اكثرها صلابة فى مسام اقلها
صلابة وبذلك امكن للعقل تصور كيفية التمازج ولا يتصور له وجود جزءين معا
فى حيز واحد وهذه الخاصة اعنى عدم التداخل توجد ايضا فى الغازات وان
كانت كثيرة القبول للانضغاط جدا ولذلك اذا غمر ناقوس مملوء هوآء فى ماء لا
يصعد الماء فى ذلك الناقوس الا قليلا فاذا وضع على سطح الماء سراج على قطعة
من خشب الفلين او غيره ثم وضع فوقها الناقوس امكن ان يستقر السراج متقدا
فى الناقوس اسفل ارتفاع السطح الظاهر للماء وعلى هذا اسس ناقوس
الغواصين وهو ناقوس كبير من خشب له قمريات من زجاج كقمريات الحمام وله
جهاز لقبول الهوآء من اعلاه ليعوض به ما فقد بالتنفس من الهوآء المحصور
فى الناقوس ومعلق بجوانبه قطع من الرصاص ليحفظه على الوضع المطلوب
والغواص يدخل رأسه فى الناقوس وينزل به فى الماء لانتشال الغرقى او لمباشرة
اعمال اخرى فى وسط الماء وقد استعمل الناقوس المذكور اثناء قنطرة بوردو
مدينة من اعمال فرانسا

الفصل الثالث في الحركة

الحركة هي الحالة التي ينتقل بها اجزاء المادة من حيز الى آخر والانتقال
هو المسمى بالحركة [illegible] وقد يكون [illegible]
[illegible] الى [illegible] حسب اتجاه هذه القوة يكون اتجاه الجسم فلو تجاذب جسما
قوتان [illegible] متضادتان لا تقاوم [illegible] في حالة التعادل وحيث كان
السكون ضد الحركة [illegible] تقول الحركة [illegible] الجسم
من [illegible] الى حيز آخر في لحظات متوالية والسكون [illegible]
الجسم [illegible] في لحظات متوالية ثم الحركة
اما سريعة وبطيئة والسرعة [illegible] يقطع الجسم بحركته مسافة معينة في زمن
معين [illegible] بالدقائق والثواني والمسافة [illegible] بالمتر وكل من
[illegible] قابلية الجسم
[illegible] حركاتهم
[illegible] يحصل بين [illegible]
[illegible]
[illegible] وبسبب
هذه [illegible] التي يشاهد فيها تغير محاذاة لجسم المتحرك
للاجسام [illegible] بالحركة [illegible] الحركة المطلقة لا يقال
[illegible]
لا [illegible] الاجسام [illegible]
[illegible]
[illegible] السفينة السائرة في النهر الى جهة من جهات
السفينة [illegible] شيئا ان
الجالس على الارض وراكب على السفينة الجارية وقذف كل منهما كرة
الى جهة من الجهات بقوة واحدة لوصل كل من الكرتين الى محله بسرعة

واحدة من غير ان تؤثر فيهما حركة الارض والسفينة شيأ وكذا حركة الارض
لا تؤثر في الحركة المخصوصة للاجسام التي عليها شيأ وحينئذ فلا تعرض
الحركة المشتركة التي للارض في شيء وما قيل في الحركة يقال مثله في السكون
فان السكون النسبي نشاهد كثيرا اذ من الاجسام ما هو ساكن بالنسبة
للاجسام المتحركة يقينا كما ارى السفينة فانه ساكن بالنسبة للسفينة متحرك
بالنسبة للبحر الجاري هو فيه وكالشجر فانه ساكن بالنسبة للارض متحرك
بالنسبة للشمس فان الارض هي التي تدور حول الشمس واما السكون المطلق
فلا نعلم وجوده في العالم فان جميع الاماكن وجميع الكرات السماوية نشاهد
تحركها ولا يعرف السكون المطلق الا لفرض الذهني هذا [illegible]
غير ان طريق مشاهدة الحركات والسكنات قد توقع في الشك والوهم في بعض
فان الانسان الجالس في مقعد سفينة سائرة اذا كان مسدودا عليه يتراءى له
انه ساكن وهو وكذلك بالنسبة للاشياء المحيطة به فاذا فتح شباكا صغيرا وشاهد
منه المرئيات الظاهرة يتوهم ان الشاطئ متحرك ولا ينقطع عنه هذا
التوهم الا بعد رؤية كثير من المرئيات الظاهرة [illegible] واعلم
ان الحركة يقال لها سريعة او بطيئة على حسب كون المسافة التي يقطعها
الجسم في زمان معين كبيرة او صغيرة ويقال لها ضعف درجة السرعة ان قطع
الجسم في ثانية مسافة ضعف المسافة التي قطعها في ثانية قبلها ويقال لها
مستقيمة اذا كانت على خط مستقيم ومنحنية اذا كانت على خط منحني
واستدارية اذا كانت ترسم في سيرها هيئة دائرة ومستوية السرعة او البطء
اذا قطع الجسم في مدة حركته مسافات متساوية في ازمان متساوية ومختلفة
اذا اختلفت المسافات وتساوت الازمان

تنبيه قد استعملوا الآن في اللغة الفرنساوية لفظة اينرسي ومعناها الحالة
الذاتية للجسم اعني التي وجد عليها فالجسم الساكن مستمر على سكونه حتى
تأتيه قوة تحركه والجسم المتحرك مستمر متحركا بحركة مستوية حتى تأتيه قوة
تقطع حركته فالمادة ليس لها حركة من ذاتها ان كانت ساكنة ولا سكون

لهما من ذاتها ان كانت متحركة والا لكان لها قدرة وارادة وحينئذ فالجسم اذا تحرك بحركة لا يقف عنها الا اذا عرض له ما يوقفه واذا تحرك في الفراغ بحركة استمر عليها الى ما لا نهاية لانه لا شيء يعرض له فيه فيوقفه فكل من الارض والكواكب كالمريخ وزحل دائما متحرك بحركة مستوية مستمر عليها

الفصل الرابع في الثقل

الثقل هو القوة التي تجذب الاجزاء المادية الى قربها من الارض اذا كانت بعيدة عنها وتتركها لازمة لها حتى تأتيها قوة تبعدها عنها والزنة هي مقادير الاجزاء المادية التي تركب منها الجسم ومن الثقل ايضا الجذب الذي هو قوة تجذب كل الاجسام او اجزاءها الصغيرة القريبة من بعضها لكنه في تقريب الاجزاء يسمى بالقوة التماسكية او الميل على ما ذكرناه في علم الكيميا واعلم ان الاجسام التي تظهر فيها قوة التثاقل صغيرة جدا بالنسبة للارض فان محيطها تسعة آلاف فرسخ فرنساوي ولا تبعد عنها الاجسام الا مسافة قليلة لكون الارض تجذبها اليها لانها اكبر منها وهذا الجذب هو المانع للاجسام من تشتت الاجزاء المنفصلة من الارض وهذه القوة تسمى بالجاذبة الى المركز وصعود بعض الاجسام كالدخان والبالون اعني المراكب الهوائية انما هو بسبب خفتهما عن ثقل الهواء المساوي لجمهما فانه اذا اجتمع جسمان على انفرادهما فوق الآخر كما نشاهد في خشب الفلين اذا غمس في الماء فانه يطفو على سطحه وكما في دخان الشمعة الصاعد في الآلة المفرغة فانه يأخذ في التنازل كما تجد دخانها الفراغ لان الهواء لم يوازنه ولم يمانعه ثم ان سرعة سقوط الاجسام في الهواء ليست على حسب مقادير زنتها فاذا كان جسمان وزن احدهما كوزن الآخر ست مرات لا يسقط بسرعة ضعف سرعة الآخر ست مرات فلو كان هنا الكرتان احداهما من زجاج والاخرى من مثانة منفوخة وكان وزن التي من الزجاج مثل زنة التي من المثانة تسع عشرة مرة والقيناهما من اعلا منارة فان وصلت الاولى الى الارض في ست ثوان وصلت الثانية في ثمان

عشرة ثانية فتكون نسبة احدى السرعتين الى الاخرى كنسبة الواحد
للثلاثة مع ان نسبة الوزن بين الكرتين كنسبة الواحد للتسعة عشر ولو سقطتا
في فراغ لسقطتا بسرعة واحدة لان سقوط جميع الاجسام في الفراغ يكون
بسرعة واحدة وان اختلف الثقل والذي يثبت ذلك انه يؤخذ انبوبة [illegible]
طولها ستة اقدام مسدودة الطرفين بسدادتين من نحاس ملتحمة على
الطرفين باحكام قطعة من ورق وقطعة من رصاص [illegible]
واخرى من [illegible] ثم يستفرغ منها الهواء من حنفية احدى السدادتين
فاذا جعلت الانبوبة [illegible] في كل الانقلاب
سقوط الاجسام التي فيها بسرعة واحدة فاذا دخل فيها بعض هواء
كان الرصاص اسرع لا ربعة سقوطا ويزيد الاختلاف كلما زاد دخول
الهواء وقد تكلم في باب الديناميك اي نواميس القوى على سقوط الاجسام
تفصيلا وغاية الكلام [illegible] فنقول الاجسام منها ما هو ثقيل ومنها ما هو
خفيف فالاول ما كان كثير المادة صغير الحجم والثاني ما كان قليل المادة كبير
الحجم كالاسفنج والزغب [illegible] والفرق [illegible]
النوعية لا في الزنة الحقيقية فان زنة الرطل من الاسفنج [illegible]
الرصاص والزنة النوعية زنة كل جسم على حدته في حجم معين [illegible]
الماء المقطر معيار المعرفة [illegible]
الهواء معيار لزنة الاجسام الغازية ولما كان في تعيين الوزن النوعي للاجسام
الصلبة عسر لانه يحوج لان تجهز من جميع الاجسام قطع مكعبة بحيث
تماثلها مماثلة تامة حتى يمكن موازنتها وكان هذا عمل شاق ويستدعي
زمنا طويلا اخترعوا طريقة سهلة لذلك وهي ان يؤخذ دورق [illegible]
من نوعه ويملأ ماء مقطرا حتى يمس السدادة [illegible] فيسد بها ثم يوزن الدورق
مع الجسم لكن خارجا عنه ويعرف مقدارهما وبعد ذلك ترفع السدادة ويوضع
فيه الجسم المراد معرفة زنته النوعية فيخرج من الدورق ما يعادل حجم ذلك
الجسم ثم يسد ثانيا ويجفف ظاهره جيدا ويوزن ثانيا فينقص زنة الماء الذي

يخرج

خرج ثم يخرج ذلك الجسم وينشف ويوزن وحده لتقابل زنته بزنة الماء الذى اخرجه من الدورق حين وضع فيه فان كان العمل فى الذهب وجدت زنة الذهب كزنة الماء ١٩٫٢٥٨ اى تسع عشرة مرة فيعلم ان الوزن النوعى للذهب تسع عشرة لان الماء مع ... واحد كما مر وبهذه الطريقة يمكن معرفة الجسم المجهول حقيقته بمعرفة وزنه النوعى فلو اتينا بقطعة من معدن وجهلنا المعدن الذى هى منه ووزناها بالوزن النوعى فوجدناها بالاجرام ٦١٫٧٥ اعنى واحدا وستين ابراما وخمسة وسبعين جزأ من مايه من ابرام ووجدنا الماء الذى اخرجته ٣٫٢٥ اعنى ثلاث ابرمات وخمسة وعشرين جزأ من مائة من الاجرام عرفنا انها من معدن الذهب لانا اذا قسمنا زنتها على زنة الماء كان الخارج بالقسمة تسع عشرة وهى الزنة النوعية للذهب فلو كانت القطعة من الرصاص وكان وزنها ٦١٫٧٥ لاخرجت من الماء ٦٫٩٤٢ اعنى ستا من الاجرام وتسعمايه واثنين واربعين من الف من الاجرام تقريبا ... قسمت زنتها على زنة الماء كان الخارج بالقسمة ٨٫٨٩٥ اعنى ثمانية من الابرام وثمانمايه وخمسة وتسعين من الف من الاجرام وهذه هى زنة الرصاص النوعية وبمثل هذه الطريقة عين ارشميدس كمية الرصاص المخلوط بذهب التاج عندما سأله الملك هيرون عن هذا المشكل وطلب منه بيانه من غير ان يفسد التاج فمكث زمنا طويلا يفكر فى واسطة بها يمكنه الجواب عن هذا المشكل فكان ذات يوم فى الحمام ونزل فى الماء فادرك خفة جسمه فيه ونظر الى مقدار الماء الذى سال من دخول جسمه فيه وتفكر فى ذلك فاستنبط منه قاعدة بها حل ذلك المشكل الذى سأله عنه الملك فصاح من الفرح قائلا وجدته وجدته والقاعدة المذكوره على ما يأتى فى باب السوايل ان الجسم الموزون فى الهواء اذا وزن فى الماء فقد من زنته بقدر زنة حجم الماء الخارج وحجم الماء الخارج يساوى حجم الجسم فارشميدس وزن قطعة من الذهب النقى فى الهواء فى الماء وقطعة من الرصاص النقى كذلك وعرف الزنة النوعية لهذين المعدنين ثم وزن التاج بهذه الكيفية فاذا فرضنا ان هذا التاج يشتمل على ١٢٣٫٥٠ ابراما من الذهب وعلى

٦١٫٧٥ ابراما من النحاس فيكون ثلثاه من الذهب وثلثه من النحاس ويكون
وزنه فى الهواء ١٨٥٫٢٥ وقد تقدم ان ٦١٫٧٥ من الذهب يخرج من الماء
٥ عشر وهو ان مثل هذه الكمية من النحاس يخرج من الماء ٦٫٩٤٢ ابراما
فالكمية الخارجة من الماء ١٣٫٤٤٢ حاصلة من ضم ما خرج بالنحاس
لضعف ما خرج بالذهب ويرسم هكذا ٦٫٩٤٢ × ٣٫٢٥ × ٢ = ١٣٫٤٤٢
ويقال فى النطق بهذا الرسم ستة ابرامات وتسعماية واثنان واربعون جزءا
زائدة ثلاثة ابرامات وخمسة وعشرين جزءا مضروبة هذه الزيادة فى اثنين
تساوى جملة ذلك ثلاثة عشر ابراما واربعماية واثنين واربعين جزءا فاذا قسمت
المائة والخمسة والثمانون والخمسة والعشرون جزءا التى هى الوزن الذى للذهب
والنحاس على ما خرج من الماء وهو الثلاثة عشر الصحيحة والاربعماية
والاثنان والاربعون الكسور كان خارج القسمة ثلاثة عشر صحيحة وسبعماية
وواحدا وثمانين كسورا لمعطى الزنة النوعية للتاج فلو كان ذهب التاج غير
مخلوط لكان خارج القسمة تسعة عشر وحينئذ فالفرق الحاصل بين الثلاثة
عشر والتسعة عشر يدل على كمية النحاس الموجودة فى التاج لان ثلث التسعة
عشر هو ستة وكسور وهذه الطريقة الحسابية تكفى لاثبات هذه الكيفية
تنبيه ينبغى ان يكون هذا العمل بماء مقطر تقطيرا جيدا وتكون درجة حرارته
فى جميع مدة العمل واحدة وطريقة الدورق يمكن ان يتحصل بها الزنة النوعية
للاجسام المسحوقة ايضا لكنه كثيرا ما يتخلل اجزاء المسحوق بعض هواء
فيحصل فى الوزن خلل ولو قليلا فان كان الجسم المراد معرفة زنته النوعية
مما يذوب فى الماء استعمل له سايل آخر كالزيت المعتاد او الزيت الحجرى غير انه
ينبغى ان تعرف الزنة النوعية لذلك السايل اولا وان كان الجسم المراد معرفة
زنته النوعية اخف من الماء كخشب الفلين و[illegible] امكن معرفة
زنته النوعية بالدورق ايضا بان يدخل الجسم فى الدورق ويسد عليه بالسدادة
ويفعل به مثل ما مر

الفصل الخامس فى التجزى

التجزى خاصة للاجسام بها يتمكن من فصلها الى اجزاء فى نهاية الدقة
والاجزاء التى لا يمكن تجزيتها الا فى العقل تسمى جواهر فردة ولا شك فى انه
يمكن تجزئة الاجسام تجزئة متناهية الى اجزاء دقيقة جدا فيمكن احالتها الى
مسحوق ناعم جدا بحيث لا تدرك اجزاؤه بالبصر **ولان الجواهر الرائحية**
تتطاير منها اجزاء **دقيقة جدا تؤثر فى حاسة الشم** منا ويمكن الحكم على كميتها
ودقتها **فانا اذا تأملنا** فى المسك مثلا رأينا ان القطعة منه تبقى اجزاؤها
الرائحية مدة سنين فى محل يتجدد هواؤه فى اليوم مرات كثيرة من غير ان يظهر
فى زنتها نقص واذا حللنا مقدارا يسيرا من اللعل فى قليل من الماء ثم اضفنا اليه
مقدارا عظيما من الماء فادام الماء متلونا يوجد فيه عدد كثير من اجزاء اللعل
تشاهد بالبصر واعلم انه يمكن تقسيم الاجزاء الى عدد خارق للعادة مع بقائها
متصلة كما يظهر ذلك فيما اذا اخذ سلك من فضة فيه غلظ ما وغطى بصفيحة من
الذهب وزنها اوقية ثم سحب فى مسحب حتى [illegible] سلكا دقيقا كالشعرة
مغطى بالذهب من كل جهة طوله مائة فرسخ واحد عشر فرسخا اعنى
٢٢٢٠٠٠ ميتر واذا ارقق بالمصفاح الذى هو [illegible] الترقيق كان ذا سطحين
مغطيين بالذهب عرض كل منهما اربع خط ويمكن فصله بالطول الى
صفيحتين كل واحدة منهما ذات سطحين فينشأ من ذلك اربع صفائح من
الذهب طول كل صفيحة منها ٢٢٢٠٠٠ ميتر ويمكن بعد ذلك فصل كل جزء
من الف جزء من ميتر الى ثمانية اجزاء تحس بالبصر فيتحصل من ذلك اكثر
من اربعة عشر بليونا من اجزاء تحس بالبصر وكل ذلك من اوقية من الذهب
لو جمعت كتلة لكانت مكعبا كل من جوانبه نحو خمسة خطوط وثلث
او اثنا عشر جزأ من الف جزء من ميتر تقريبا وقد سحب المعلم فولاستون
الانكليزى سلكا من البلاتين حتى صار لا يكاد ينظر بالبصر وحده وذلك انه
وضعه فى مركز قالب اسطوانى ثم ملأ القالب فضة مذابة وبعد ان بردت
ادخلهما مع السلك فى المسحب وسحبهما حتى صار السلك واحد فى غاية الدقة
ثم ازال الفضة عن سلك البلاتين بغليه فى حامض النيتريك الذى لا يؤثر

في البلاتين فوجد السلك دقيقا جدا قطره جزء من الف ومائتي جزء من مليلي ميتر فكان غلظ مائة وخمسين منه لا يجاوز غلظ فتلة من الابريسم البسيط

الفصل السادس في المسام

المسام التي هي خاصة من خواص الاجسام عبارة عن الاخلية التي تكون بين اجزائها سواء كانت كبيرة كما في الاسفنج او صغيرة وتلك الاخلية تكون في الاجسام النامية الحيوانية والنباتية مملوءة بالسوائل وفي غير النامية مملوءة بالغازات ولذا يشاهد عند وضع نحو السكر والاسفنج في الماء وجود فقاقيع على سطح الماء وما ذاك الا من صعود الهواء الذي كان منحصرا في المسام * واختلاف المسام بالكبر والصغر والكثرة والقلة هو السبب في اختلاف وزنة الاجسام المتساوية في الحجم الظاهري الذي هو المادة مع المسام في الحالة الطبيعية واما الحجم الحقيقي فهو كمية مادة الجسم بقطع النظر عن المسام * والكثافة تراكم الاجزاء المادية للجسم في حجم ولذا كان المكعب من القصدير اكثف من مكعب مماثل له من خشب الفلين وتفاوت وزنهما يكون على حسب كمية اجزائهما والحرارة لا تمدد الاجسام الا من مسامها حيث تبعد اجزاء الجسم من بعضها والاجسام كلها ذات مسام والمعادن اكثرها اندماجا ومع ذلك ينفذ الماء في مسامها ولذا اذا ملئت كرة مجوفة من الذهب ونحوه ماء وسدت ببرمة سدا محكما ثم ضغطت او طرق عليها يقوى نفذ الماء من مسامها ومن الاجسام ما يمتص بعض السوائل دون بعض فان الخشب يمتص الماء بسهولة اكثر من الشحم وعكسه الرخام فانه يمتص الزيوت والشحوم اكثر من الماء والذي يمتص الماء منه ما يتغير منظره بعد امتصاصه اياه ونشربه له كالحجر اليماني المسمى باليونانية ايدروفان وهو اسم مركب من كلمتين معناهما يشف الماء فان هذا الحجر اذا كان باقيا على حالته الطبيعية كان ابيض لدنيا فيه بعض شفوفة وكان فيه صلابة بحيث لو قدح عليه لسقط منه الشرار فاذا غمر في الماء صعد الهواء المنحصر في مسامه ووجد فوق الماء من ذلك فقاقيع تجري على سطحه صفوفا متعددة ونفذ الماء الباطنه وزادت شفوفته حتى

[illegible] وزئبق والسدس [illegible] وسعة الماء الذي فيه بخار اعاد
بالماء [illegible] الاماتة [illegible] تكرر عليه هذا العمل مرات كثيرة وكذا الجلود الحيوان
[illegible] ما كان [illegible] فيها [illegible] وربطت وضغط عليها [illegible] يشاهد نفوذ
الزئبق وسقوطه [illegible] المسام في هيئة المطر ازداد الدقيق جدا
لكن [illegible] بان [illegible] اذا كان الجلد مجردا من البشرة التي هي ضيقة
المسام جدا سيما بعد جفافها فالان ذلك يسهل نفوذ الزئبق من مسام الجلد
ومن المسام يحصل التنفس الجلدي والعرق [illegible] وقد ثبت
بالتجربة ان الجسم يفقد يوميا خمسة [illegible] ان [illegible] يدخل فيه [illegible]
في فقد هذا المقدار [illegible] المسام [illegible] قد شوهد بالنظارة المعظمة في خط من
الجسم البشري [illegible] مائة من المسام ويكون [illegible] اكثر من الف
و[illegible] اثنى عشر [illegible] مربع مائتين واربعة واربعون
[illegible] ومن حيث ان
[illegible] ماهر [illegible]
[illegible] المسام [illegible]
[illegible]
[illegible]

اذا وضعت بيضة قاربت الفساد في كاس فيه ماء وعرض لفعل الالة المفرغة
فانه [illegible] شوهد [illegible] الهواء من مسام القشرة
[illegible] الهواء [illegible] يخرج
مسامها [illegible] الذي يصنع من [illegible] في العرق [illegible]
في الماء [illegible] حتى [illegible]
[illegible] ومن حيث انه [illegible] المسام [illegible]
بسهولة [illegible] درجة الحرارة [illegible] البدن
يتشرب الغازات [illegible] الدرجة المعتادة للحرارة [illegible]
الى ٥ [illegible] درجة [illegible]

حامض الايدروكلوريك قدره خمسة وثمانين ومن الاوكسجين ٢٥ ٢ر٩ ومن الازوت ٥ر٧ ومن الايدروجين ٧٥ر١ ومن الهواء ٥٠ر٧ هذا وقد قيل ان للسوايل مسام لكنه لم يتحقق وجودها بالة من الالات [illegible] هذا القول ما قيل من انها تمدد بالحرارة وتنقبض بالبرودة فلو اخذت زجاجة طويلة العنق ضيقته وملئ ثلثاها من الاسيد سولفوريك [illegible] الكبريتيك وثلثها من الماء وخضت صعدت درجة الحرارة وبعد برودتها [illegible] بين المختلطين حيز اقل من الذى شغلاه قبل الامتزاج ومثل هذا يحصل فى المخلوط من الماء والالكول المركز والخاصة التى بها تمتص السوايل بعض الغازات تنسب لوجود المسام ايضا لان الماء يتشرب من الغازات [illegible] قدر حجمه اربعماية وثلاثين مرة ومن غاز حمض الايدروكلوريك اربعماية واربعة وستين وقيل ان الغازات كلها ذات مسام لانه يمكن ضغطها [illegible] الخلية الكائنة بين اجزائها طبيعة

فصل السابع فى الانضغاط

قابلية الانضغاط خاصة للاجسام فى حالتها الطبيعية بها يمكن ان [illegible] بواسطة درجة كذا وكذا من قوة الضغط فى حجم اصغر مما كان اولا [illegible] وبواسطة ذلك تتقرب الاجزاء وتضيق اتساع المسام و[illegible] الانضغاط مما يثبت وجود المسام وان كان هناك اجسام كثيرة المسام لا تقبل الانضغاط كحجر القيشور وهو حجر اجزاؤه هشة جدا فانه يتكسر ولا ينضغط ومن تلك الاجسام ما فيه قابلية الانضغاط فى بعض الاحوال لانها قابلة جدا كالرخام فانه ينكسر بالمصادمة واذا دهنت رخامة بطبقة رقيقة [illegible] وسقطت عليها كرة من الرخام ايضا شوهد فى محل المصادمة [illegible] كان محل السقوط اعلا كانت النكتة اوسع ويعلم من ذلك ان قابلية الانضغاط للرخام ان الجسم الكروى لا يلامس السطح الا بنقطة صغيرة جدا [illegible] فى النكتة اتساع سطحى علم منه تفرطح الرخام وانضغاطه [illegible] الرخام

اطلاقه في الزجاج واما السوايل فتكاد ان لا تنضغط ولو اشتدت عليها
قوة الضغط ولذلك استمر اعتبارها غير قابلة للانضغاط زمنا طويلا حتى
صنع من منذ قرنين ارباب ديوان العلوم بمدينة فيرنسا كرة من فضة رقيقة
السمك وملؤها بالماء البارد وسدوا عليها سدا محكما ببرمة ثم طرقوا عليها من
كل جانب بمطارق فكان يشاهد في كل مرة من مرات الطرق لضح الماء من
مسام الفضة على هيئة الرذاذ فاستنتجوا من ذلك ان الماء لا يقبل الانضغاط
بل اذا ضغط عليه نضح ولكن لا مانع من كون الماء انضغط في تلك الحالة
انضغاطا خفيفا لم يشعروا به ثم بعد ذلك اثبت المعلم كانتون الطبيعي قبوله
للانضغاط بتجربة علمها وذلك انه اخذ كرة من الزجاج فيها انبوبة طويلة
ووضع فيها الماء حتى امتلأت هي وجزء عظيم من الانبوبة وغلا الماء على
مصباح نقاش ليطرد الهواء الذي فيه ثم سد الانبوبة بسرعة سدا محكما
باذابة طرفها بعد ان اخلاها من الهواء بالكلية ثم علم على حد الماء بعلامة
وكسر الطرف الفارغ من الانبوبة فدخل الهواء بثقله دفعة واحدة وضغط على
الماء فانخفض سطحه عن تلك العلامة ثم عمل تجربة اخرى فاخذ كرة انبوبتها
مدرجة وملأها ماء نقيا ووضعها معلقة تحت ناقوس الآلة المفرغة
واستفرغ منها الهواء ما امكن ثم ردها الهواء دفعة واحدة فشاهد هبوط
سطح الماء ولا يقال في هذه التجربة يمكن ان الكرة تمددت قليلا بدخول الهواء
فيها دفعة واحدة لانا نقول قد شوهد عند ترجيع الهواء في الناقوس
ان الضغط على الكرة من الخارج وعلى الماء من الداخل متماثل فلا يمكن لين
الزجاجة ولا تمددها وقد بين المعلم الطبيعي اريستيدس الدينماركي وباركينس
ان الضغط الذي يقبله الماء خمسة واربعون جزءا من مليون من حجمه الاصلي
لكل ضغط مساو لضغط جو واحد والضغط الذي يقبله الزئبق لا يزيد عن جزء
من مليون من حجمه الاصلي لكل جو الا قليلا والضغط الذي يقبله الالكول
عشرون جزءا من مليون من حجمه والضغط الذي يقبله الايتير سولفوريك اي
الكبريتي في اعلى درجة ستون جزءا من مليون من حجمه وقد اخترع اريستيدس

المذكور لهذه التجربة جهازا من جملته بيزوميتر اى مقياس الضغط وهو زجاجة ثخينة الجدران لها انبوبة تاتى صورتها فى الشكل السادس متصلة فى نقطة ب وتنتهى اعلاها من ث الى ث بانبوبة شعرية [illegible] ثم [illegible] الى جميع ذلك ماء قطرا نا اليا من الهواء بتسخينه ويضع الزجاجة على صفيحة معدنية معدة لذلك ويبادر [illegible] تماما الى طول الانبوبة من ث الى ث لتدل على عدد درجات الانضغاط اى الواقع على الماء فى هذا الامتحان وعلى الصفيحة المذكورة تيرمومتر صغير يستدل به على درجة حرارة السائل وبها ايضا انبوبة اخرى فى نقطة د مسدودة من اعلاها تدل على مقدار القوة الضاغطة بواسطة نقصان حجم الهواء الذى فى جوفها ويعرف ذلك [illegible] خطوط درجية مرسومة على الصفيحة خلف الانبوبة و [illegible] العمل ان يوضع [illegible] كله فى اسطوانة ك ك وهى اسطوانة ثخينة من زجاج [illegible] فى صورتها فى شكل ٧ وتملأ الاسطوانة ماء من نقطة ص ثم تسد بحنفية [illegible] الهواء من فتحة ط التى تسد بتنزيل مكبس ع وهو مكبس [illegible] حركة البرمة بادارة عارضة ف فاذا وصل المكبس الى الماء [illegible] السائل المنحصر فى الاسطوانة والانبوبة الاولى التى فى اعلاها قليل من الزئبق فى آن واحد ولا ينزل الزئبق لثقل السائل لان الانبوبة شعرية [illegible] يكبس الزئبق على الماء [illegible] حصول الانضغاط و [illegible] من الدرجات المرسومة على الصفيحة ومعرفة الانضغاط فى الغازات سهل فيكفى لذلك ان تؤخذ انبوبة احد طرفيها مسدود والثانى فيه مكبس محكم فيه بحيث يبقى ملامسا لجدران الانبوبة [illegible] فى جوفها ملامسة تامة فاذا كبس على هذا المكبس نزل و[illegible] الهواء [illegible] فيه واذا ضغط كل من الهواء والاوكسيجين [illegible] قوة [illegible] المسماة بالزند الهوائى انبعث منهما شرر فاذا [illegible] فى طرف المكبس او على اسطحة [illegible] لاسفل الانبوبة [illegible] فيها المكبس اشتعلت

الفصل الثامن في المرونة وفيه سبعة مباحث

المبحث الاول في المرونة

المرونة خاصية بها تميل الاجسام الى العود لحالتها الاصلية اذا انقطع عنها تأثير القوة التي احالتها عن تلك الحالة من جذب او مصادمة او لي او ضغط او ثني ونحو ذلك مثل ذلك الوتر الخافق للقوس فانه اذا انقطع رجع القوس الى تمدده والكرة العاجية التي من العاج اذا سقطت على سطح صلب جدا كالرخام فانه يحصل فيها تسطح على حسب اتجاه محورها العمودي وانفراش على حسب محورها الافقي وبالجملة فاكثر الاجسام مرونة واسرعها عودا الى حالته * وقد تكتسب المرونة في الاجسام من الصناعة فان النحاس اذا طرق عليه وهو بارد اكتسب مرونة اكثر مما اذا طرق عليه وهو سخن وكذا الحديد المتحد بالفحم اعني الذي صار فولاذا فانه اذا سقي صار [illegible] جدا وسهل الكسر وسقيه يكون بغمره في سائل بارد ليبرد بسرعة وتزول مرونته بتسخينه حتى يحمر ثم تركه ليبرد بنفسه تدريجا وتزول ايضا بتوالي الضرب بقوة شديدة بعرض صفائح منه بكل العرض في آن واحد على سطح مستو من نحو خشب او رخام كما يفعل اهل السويد بالسيوف عند صنعها فانهم يجربون سيوف العساكر بالضرب بكل عرضها كذا كرات متتابعة ثم يتأملون في مرونتها فاذا وجدوه فقدت من المرونة اكثر مما هو لازم طرحوه ومما له دخل في زيادة مرونة الاجسام ايضا اشكالها كما يدل عليه انها لو سقطت حلقة على سطح من حجر او رخام فانها تقفز اكثر مما لو كان الساقط قرصا مماثلا لها في المادة والوزن وكذا الكرة المجوفة فانها تقفز اكثر من كرة مصمتة مساوية لها في الوزن فاذن تكون الحلقة والكرة المجوفة اكثر مرونة من القرص والكرة المصمتة ثم ان الاجسام الكثيرة المرونة لا تعود الى شكلها الاول بسرعة دفعة بل بعد ارتجاجات متعاقبة تأخذ في التناقص حتى تزول بالكلية كما يشاهد ذلك في الوتر المشدود بنهايته بماسك او جفت كبير وقربت شعبتاه من بعضهما ثم تركتا

دفعة واحدة وفيها الواثبت مقبض سيف في جحر حفرة او بين شقين وحنى وامليت ذبابته قسرا ثم تركت فان رجوع كل مماذكر حالته لايحصل الا بعد اهتزازات كثيرة ومثل ذلك يشاهد في الاجسام السائلة جدا كالاوتار والجلود والسلوك المعدنية الرفيعة اذا كانت متوترة كما في آلات الطرب ذوات الاوتار وفي الطبول والكوبة المشهورة بالدربكة والرطوبة في ذلك كله تكون سببا لفقد بعض المرونة سيما الجلود * والمعادن اذا حميت تفقد معظم مرونتها والشحم والشمع لايظهر فيهما بعض مرونة الا اذا كانا تحت الصفر بدرجات وبالجملة فالاجسام اذا اعتريت زمنا طويلا لامتأثرة من قوة توجهها الان تدل مرونتها فانها تفقد مرونتها تدريجيا ماء [illegible] الاجسام كالاوتار [illegible] الساعة ونحوهما مما يكون من الفولاذ فان فقد المرونة فيها يكون اقل منه في غيرها من الاجسام .

والسوائل تظهر فيها المرونة ايضا فان الماء متى انقطع عنه الضغط رجع الى حجمه الاصلي واذا سقط على الارض تنزت منه اجزاء وكذا الزيبق اذا وقع [illegible] لى لوح مرتفع الحواف فان اكرها الصغيرة تذهب صادمة الحواف [illegible] [illegible] ثم [illegible] منها والغازات تظهر فيها المرونة التامة فلا تنقص مرونتها كما شوهد بالتجربة خصوصا بالضغط عليها فاذا اصدمت مثانة مملوءة هواء فانها [illegible]

المبحث الثاني في بندقية الهواء

هي بندقية متينة مجوفة بجميع اجزائها معدنية حتى قندافها وفي محل الزند صمام ينفتح من الخارج الى الداخل ويدخل الهواء في الكعب بواسطة طلومبة تثبت ببرمة وفي جانبها من الاسفل صمام [illegible] من [illegible] الى الباطن ليأخذ الهواء حين يجذب المكبس فاذا امتلا [illegible] من [illegible] فكت برمة الطلومبة وركب بدلها الماسورة فاذا اريد [illegible] [illegible] حرك الغماز [illegible] الكعب ثم [illegible] [illegible] [illegible] الهواء المنضغط في الكعب مقدار صغير بقوة شديدة [illegible] [illegible] [illegible]

فالماسورة من ذلك الهواء الخارج بقوته وعلى حسب مقدار الهواء المضغوط في الكعب يكون عدد طلقات البندقية من غير حاجة الى ادخال هواء ثانيا

المبحث الثالث في نافورة الضغط

ها نرسم صورتها في الشكل (٨) وهي اناء ذو جدران متينة ثخينة يوضع فيه ماء الى ب وفيه انبوبة معدنية ث ث مثبتة بقوة في حلقوم الاناء تنزل الى قرب اسفله وتحمل حنفية د التي تقدم لسد الانبوبة وفتحها ولها طلونبة كالتي تملأ بها بندقية الهواء تثبت ببرمة في ث وهذه الطلونبة تقدم لدفع الهواء فيتراكم في مسافة ف ف بعد مجاوزته الماء وهناك انبوبة معدنية مستدقة من اعلا او مقسومة الى شعبتين صغيرتين او ثلاث تثبت ببرمة في محل الطلونبة بعد سد حنفية د فاذا اريد اعمال الة الضغط فتحت الحنفية ومتى اريد ايقافه سدت ومادام مقدار الهواء المتراكم في مسافة ف ف كافيا لان يضغط على الماء تدفع الماء في الانبوبة الانتهائية وانبثق الى الخارج

المبحث الرابع في نافورة هيرون

هي نافورة ضغط نرى انه كيفما يكون ضغط الهواء من نفس تركيب الالة وهيرون هذا كان موجودا قبل الاسلام بنحو سبعة قرون وصورة هذه النافورة مرسومة في الشكل (٩) وهي اناء ذو ثلاث طبقات سفلى وهي طبقة ت وتحتوي على الهواء وعليا وهي طبقة ف ف وتستطرق اليها السفلى بواسطة انبوبة د ووسطى وهي طبقة م وتستطرق اليها السفلى بواسطة الانبوبة التي عن يسار م تملأ الطبقة الوسطى ماء بالانبوبة الصغيرة ص وتسد سدا محكما بسدادة ثم يصب الماء في ط فينفذ في د ويدخل في ت [illegible] فينضغط الهواء فيه ثم ينفذ في طبقة م بالانبوبة التي عن اليسار ويضغط على الماء فيندفع في الانبوبة [illegible] وهي انبوبة مستدقة من اعلا [illegible] بالماء الى الخارج والماء [illegible] ذكرنا [illegible] انبوبة [illegible] لا ايقاف

انبثاق الماء منى اريد

المبحث الخامس فى اللعبة

تاتى صورتها فى الشكل (١٠) وهى مؤسسة على مرونة الهواء وسقية [illegible] انها اناء طويل [illegible] كله ماء وفوق الماء المذكور صورة صغيرة من منقوشة بالمينا معلقة اسفل كرة صغيرة من زجاج فى رقيقة الجدران [illegible] اسفلها [illegible] صغير وزنتها كزنة الصورة لاجل ان تتمكن من ضبط الصورة [illegible] على [illegible] الماء وعلى فم الاناء قطعة من رق غزال تسد سدا محكما فاذا ضغط على تلك القطعة بالاصبع دخل فى الكرة قليل من الماء فتثقل وتنزل الى الاسفل وتدفع معها الصورة فاذا انقطع الضغط خرج الماء من جوف الكرة ورجع الهواء [illegible] الى حجمه الاول فتخف وتصعد وتجذب معها الصورة فاذا امسك [illegible] من الاناء وكبس عليه من اعلا باصبعه من غير ان يشعر به الحاضرون ظهر [illegible] امر خارقا للعادة وزعموا انه اما كرامة او استخدام جنى

المبحث السادس فى المنفاخ

هو آلة تجمع الهواء ثم اخراجه بقوة بسبب الضغط الذى يقع على الهواء فى تلك الالة ومهما كان شكله فدخول الهواء فى باطنه يكون بانفتاح [illegible] الى الباطن وينطبق ذلك الصمام حين الضغط على المنفاخ لاخراج الهواء المجتمع بقوة

المبحث السابع فى الالة المفرغة

هى آلة معدة لعمل الفراغ بطرد الهواء وتركيبها مؤسس على مرونة الهواء ايضا والذى اخترعها من نحو قرنين او ثلاثة [illegible] الاولا [illegible] عامل ماجدبورج اى حاكم هذه البلدة ثم تنوعت بعده الى اشكال كثيرة [illegible] انها مركبة من اسطوانتين فيهما مكبسان يمران [illegible] على التعاقب احدهما الى اعلا والثانى الى اسفل وفى اسفل كل من المكبسين صمام [illegible]

الى اعلا وهذه الالة مرسومة فى الشكل (١١) لكن بكبس
مركبة من ساق ب الذى فى طرفيه انفتاحان بقصات
وبسدات على التعاقب فصة ف العليا للاسطوانه وقصة ق السفلى لقناة س
س س التى يخرج منها هواء الاناء الذى يراد تفريغه من الهواء والانفتاح
الذى يمنع ايضا خروج الساق من القصة العليا ف فاذا مر الساق المذكور
... ابتدء للكبس ص رفعه وخفضه فى حركاته وسد وفتح قصتى ف ق وقناة
س س س التى طرفها قصة ق سائرة فى اسفل الالة حتى تنفتح فى السطح
المستوى وحيث تنتهى فيه بارتفاع به حلزون برمة يوفق عليه نحو مثانة
تركب على اسطوانات مجوفة من نحاس والسطح المستوى وقرص من زجاج
مستوى السطح ... بعض خطوط عليه طلاء فيه مصطكى ومشت جيدا
على ... عليها الناقوس الذى يراد تفريغه من الهواء وينفتح
فى ... وسعه على السطح حتى
... الناقوس ولذا ينبغى ان تدهن حافة
الناقوس المذكور ... سهل ادخاله ... تام ويمنع دخول الهواء ويوجد
... الاسطوانتين بقليل نقطة د مفتاح صورته
... (١٢) ... احدهما ... المفتاح فى نقطة ل
يجعل استطراقا بين القناة والاسطوانتين وثانيهما مضى فى د يسد ويفتح
بالارادة وهو فى طول المفتاح ومنفعته رجوع الهواء تحت ناقوس ن الذى
... اذا رفع الساق ... وتحصيل ذلك يبرم الساق
النحاس المذكور ... الناقوس ... ايضا ... جانب كل من
... اللذين يرتفع احدهما حال انخفاض الاخر انبراس تدخل بين
انبراس طارة ... بواسطة ... وبحركتها يتحرك المكبسان كما فى الشكل
(١٣) وهذه الطارة مثبتة فى الرأس الراكب على الاسطوانتين الضام
لهما وكيفية عمل الالة ان يرفع المكبس ... الاسطوانة التى هو بارك فيها جدا
الى الاعلا فيجذب الهواء من ناقوس ... الى الاسطوانه لوجود الفراغ

الذى عمله ديبا المكبس برفعه منها ثم ينزل فيها ثانيا فيجذب صعوديا فه
س المرسوم فى الشكل (١١) السداد لفتحة ق ويمنع رجوع الهواء الذى
انجذب الى الاسطوانة وهذه [illegible] بواسطة برفع [illegible] المكبس ويدخل
فى الاسطوانة ويخرج [illegible] كل مرة من صعود المكبس [illegible]
[illegible]
سعة الاسطوانة عشر [illegible]
عشر الهواء الذى فى [illegible] واذا كان [illegible] كل مرة [illegible]
وان يبقى شئ ولكنه [illegible] لا [illegible] المصورة [illegible]
(١١) لها عند [illegible]
يسمى مخبارا منفعته الدلالة على [illegible] الهواء [illegible]
او القابلة فى اثناء العمل وهذا المخبار مصور فى شكل (١٤) [illegible]
مستطيل يستطرق بقناة الآلة وعلى البارومتر المصور [illegible]
المسمى بالبارومتر الابتر الذى ارتفاعه من [illegible] عمود [illegible]
الى قمة انبوبة [illegible] قراريط وفى هذه [illegible]
الا كربع علو العامود المعادل لحمل ثقل الهواء [illegible]
المرسومة فى الشكل (١٥) الاداة صار ضغط الهواء الساق [illegible]
الضغط الجوى وفى الشكل (١٤) [illegible]
المخبار [illegible] بحسب الحاجة [illegible] المصور
فى الشكل (١٥) فى نقطة [illegible]
بشدة ولولا هذا المنع [illegible]
دفعة واحدة

الفصل التاسع فى التمدد

هو خاصة بها يعظم حجم الجسم اذا ارتفعت درجة [illegible]
والتمدد والضمور فى الاجسام الصلبة يكونان [illegible]

والبيعاقة من الحديد وهى التى توضع فى وسط الكوانين متى تمددت من حرارة النار وسدت جدران الكوانين تساعد بذلك الجدران وان القضيب من الحديد اذا وضع بين جدارين وهو بارد ثم حمى بالنار ابعدهما واذا وضع وهو حمى ثم برد قربهما وان علما وكذا الدارات من الحديد التى تحيط بعجل العربانات [illegible] توضع عليها وهى محماة لتشد دائرتها اذا بردت وبذلك تصير امتن [illegible] وضعت باردة وبالجملة فمتى اريد ضم قطعتين من الحديد او غيره من المعادن [illegible] لزم ان تترك بينهما مسافة [illegible] التمدد اذا حصل فيهما حرارة [illegible] ساد [illegible]

الباب الثالث فى احوال الاجسام

[illegible] الاجسام على ثلاثة احوال شهيرة الجمودة والميوعة [illegible] والمرادة [illegible] الاجزاء [illegible] فى العقل عدم [illegible] وكثيرا [illegible] الاجسام تكون [illegible] سبب ما اذا طرأ عليها [illegible] الحرارة [illegible] اذا طرأت عليه الحراره ذاب ثم استحال بخارا والماء الذى هو سائل اذا طرأ عليه البرد الشديد تجمد وغاز كل من السولفورور والكلورور والنوشادر [illegible] وغيرها [illegible] سائلة واما السيال الكهربائى [illegible] لكونه لا يمكن [illegible] الاجسام [illegible] الاحوال الثلاثة لكونه ليس [illegible] الاجسام [illegible] سيال كهربائى والضوء والحراره [illegible] كهربائية وقيام الكهربائية [illegible] كقيام الحياة بالاجسام الحية وتشبيهها بالحياة من هذه الحيثية [illegible] ان تشبيهها بالحياة من [illegible] ليس بجسم

ثم ان الاجسام الصلبة هي التي تماسكت اجزاؤها بعضها ببعض بحيث لا يمكن فصل
اجزائها عن بعضها وتغيير اوضاعها النسبية الا بقوة ارستقة ولا يمكن توضيح
السبب الذي يكون به بعض الاجسام صلبا وبعضها سائلا وبعضها غازيا
كما لا يمكن الافصاح عن حال اختلاف درجة الصلابة في الاجسام والاجسام
السائلة هي التي تتابع اجزؤها الدقيقة [illegible] بعضها بعضا وبدلت بدلتها
ان تسيل وتنفذ في مسام [illegible] الاجسام [illegible] المتساعد
على هيئة سحايب [illegible] هذه الاجسام [illegible] تحرك
اجزائها الدقيقة [illegible] ذا اريا
فصل قطره من [illegible] بالضغط عليها بقوة مخصوصة [illegible]
لوح من زجاج مستوى [illegible]
بصنج في العاتق الاخر ثم [illegible]
عن الماء الى زاده صنج [illegible]
اللوح والصنج التي زيدت فصله عن الماء هي مقدار [illegible]
لقهر تماسك الماء الذي انفصل عن [illegible]
كانت في حالتها الاعتيادية [illegible] عن تأثير الاجسام [illegible]
كرية الشكل فلو وضعت قطرات صغيرة جدا من الزيبق على جسم [illegible]
كانت كرية [illegible]
كانت عملية رش [illegible] ان [illegible] لان يجمد
قبل وصوله الى الارض [illegible] ودرجة [illegible]
في الاجسام [illegible] في الاجسام [illegible]
الزيتية غير [illegible] السيولة والصلابة
وكل من [illegible] السايل [illegible]
الدرجات الممكن وجودها [illegible] الاجسام [illegible]
بالسوايل المرنة لا تتشارد [illegible]
منهوشة لان تشغل مسافة [illegible] فيها [illegible]

[illegible] لانها قوة لجذب حقيقية * ثم ان الغاز يظهر لنا بحالتين مختلفتين
حالة الغازية وحالة البخارية ففى الحالة البخارية ان تستحيل السوائل او الجوامد
الى البخار بواسطة الحرارة وذلك لانه بالحرارة تتباعد اجزاؤها وتصعد بخارا
كما فى الماء والالكحول والزئبق وغيرها وهذه يمكن عودها الى حالتها
الاولية من السيولة او الجمود وحالة الغازية لا يمكن استحالة الجسم المستحيل
اليها الا الى السيولة بواسطة البرد الشديد او الضغط القوى * والسوائل الغير
القابلة للوزن هى الكهربائية والضوء وعنصر الحرارة وسنذكر كلا من هذه
الثلاثة فى محله

الباب الرابع فى الاستاتيك

هو فرع من فروع علم الطبيعة غايته تعيين نواميس الموازنة للاجسام كما ان
الديناميك الذى هو علم حركة الاجسام فرع من فروعها ايضا غايته تعيين نواميس حركة
الاجسام [illegible] شروط الموازنة واما الجزء الثالث الذى هو علم تركيب الالات فيشتمل
للفنين لانه يبحث عن تطبيق نواميس الموازنة ونواميس الحركة على تركيب
الالات * فالجسم يكون فى الموازنة متى قاوم بعض القوى المؤثرة فيه البعض
الاخر فاذا [illegible] مقاومة اثرها على جسم فى طرف خيط لكان
فى الموازنة لان احدى القوتين التى هى الخيط ونقطة التعليق لما قاومت
الاخرى التى هى الثقل الطالبة لسقوط الجسم نحتها وصيرتها كلا شئ فلو
قطع الخيط او نقطة التعليق عن الجسم لسقط * والقوة وتسمى بالقدرة ايضا
عنف او سبب يؤثر فى الجسم فيطلب ان يقوده او يحوله لجهة اتجاهه فان اثر
فى الجسم قوتان متساويتان فى اتجاه واحد كانت القوة الناشئة عنهما
مزدوجة فلو كان كل من قوتى ب ن على انفراده يقود جسم ج لان يقطع
فى ثانية [illegible] مترين قطعا من المسافة لاوجبتاه ضرورة لان يقطع فى الثانية
[illegible] اذا اثرتا فيه معا باتجاه واحد * فان لم يكن الاتجاه واحدا كانتا
[illegible] وتركتاه فى حالة الموازنة * [illegible] القوى بخطوط رسمت

القوة المزدوجة بخط طوله طول القوتين الاوليين فان رسمتا بعشرين درجة [illegible]
القوة المزدوجة بعدد مضاعف ومهما كان عدد القوى المؤثرة فى نقطة مادية
ومهما كان اتجاهها فلا تؤثر فى الجسم الا حركة واحدة باتجاه واحد [illegible] من
ذلك ان قوة واحدة تقوم مقام تلك القوى والقوة المذكورة تسمى بالناتج او قوة [illegible]
فاذا كانت سفينة تسير بقوة تيار الماء والحاذبية والهواء وايد [illegible]
بحبل متين وجهد كاف [illegible] والخط الذى كانت [illegible] منشأ [illegible]
بالحبل المذكور اتجه بينهما [illegible] الناتج [illegible]
وكل قوة من القوى المعتبرة بحسب الناتج المركب قياسه مقاسم [illegible]
مركبة على صيغة اسم الفاعل واذا اعتبرت [illegible] مجموع القوى [illegible]
وجد الناتج استفيد منه الواسطة التى بها تعين [illegible]
الواسطة يكون وضع قوة مساوية ومضادة [illegible] فى المثال لو [illegible]
السفينة بحبل متين وقوة واحدة لاتجاه مضاد لاتجاه [illegible]
امكنها ان تتقدم او تتأخر بل تبقى فى حالة الموازنة [illegible] فى حالة [illegible]
ولم نقل فى حالة السكون لان بينهما فرقا فان الجسم فى حالة الموازنة [illegible]
معدوم الحركة الا ان له ميلا اليها بدليل انه يلزق [illegible]
فى احدى القوتين الموجبتين لوضعه فى الموازنة بخلاف حالة السكون [illegible]
معدوم الحركة بالكلية والميل [illegible]
والتكلم الان على كيفية تعيين كل ناتج من مجموع قوى وتحصيله ونورد له امثلة
فنقول ان للجسم او النقطة المادية بالنظر لذلك خمسة احوال * الاول ان يكون
المؤثر فيه قوتين متساويتين متقابلتين فى الاتجاه وفى هذا يبقى فى حالة الموازنة *
الثانى ان تكون القوتان غير متساويتين والاتجاه متضاد وفى هذه [illegible] يكون
الناتج فى اتجاه اقواهما وشدته تكون [illegible] الفرق الحاصل بينهما فى
الشكل (١٦) نقطة ب متأثرة من قوتى س [illegible] فاذا [illegible] قوة س [illegible]
بستة وقوة ش مفروضة بثلاثة [illegible] كانت قوة س [illegible]
ش فتفقد منها هذا المقدار [illegible] الجسم متأثرا [illegible]

الناتج

الناتجة * الثالث ان يكون المؤثر فيه القوتين المذكورتين لكن الاتجاه واحدا
وفي هذه يكون الناتج في جهتهما وشدته معادلة لمجموعهما * الرابع ان يكون
المؤثر فيه جملة قوى متوازية بعضها في اتجاه وبعضها في اتجاه اخر وفي هذه
يكون الناتج مساويا لفرق القوى المتضادة واتجاهه في جهة اقواها اجتماعا
* الخامس ان تكون القوى غير متوازية وغير متضادة فاذا اثرت منها قوتان
في جسم كونا في سيرهما زاوية لان كل واحدة منهما تجتهد في تحريك الجسم الى
جهتها وابطال الاخرى فلا يتأتى للجسم تبعيته لاحداهما بل يلتزم ان يتبع
خطا متوسطا هو الناتج وطوله واتجاهه يكونان خطا زاويا للمربع المستطيل
متوازى الاضلاع مبنى على الخطين المستقيمين القائمين باتجاههما وطولهما
مقام القوتين المركبتين بكسر الكاف كما في الشكل (١٧) فان نقطة
ب مثلا متأثرة بقوة تجذبها منها الى ت وبقوة اضعف منها تجذبها من ب الى
ن ومن حيث ان هذه النقطة لا يمكنها الانقياد لاحداهما دون الاخرى تبعت
خطا زاويا من ب الى ف مائلا قليلا نحو قوة ت لكونها اشد من قوة ن
والخط الزاوى للمربع المستطيل المتوازى الاضلاع المتكون من رسم خط ن
ف موازيا للخط ب ت وخط ف ت موازيا للخط ن ب هو الخط الذاهب من
ب الى ف [illegible] المربع المذكور الى مثلثين متساويين ر ز وهو الذى يبين
طول المسافة التى يقطعها الجسم والاتجاه الذى يتبعه تبيينا تاما فاذا
اثرت قوة ب ن وحدها في الجسم ذهب الى نقطة ن ثم اذا اثرت بعدها
قوة ت ب وحدها فيه ذهب بحسب اتجاهها الى نقطة ف لان خط ن ف
هو عين خط ت ب ويحصل مثل ذلك ايضا اذا اثر في الجسم قوتان معا فانه
يصل الى نقطة لا تتغير غير انه يتبع اتجاها متوسطا لان كانتا القوتين تجذبه
الى جهتيهما فاذا اريد حفظ جسم ب في الموازنة كفى لذلك قوة مساوية للناتج
في اتجاه واحد اعنى من ب الى ج

[illegible] الطريقة يعرف الناتج العام لاى [illegible] من القوى مؤثر في جسم فاذا
[illegible] ان نقطة س متأثرة من اربع [illegible] ا وس ب وس د وس ه

ان يبحث اولا عن ناتج قوتين متجاورتين من هذه القوى ثم نأخذ هذا الناتج
ونبحث به مع قوة اخرى عن ناتج اخر وهكذا وطريق ذلك كما مر ان يرسم مربع
متوازى الاضلاع مبنى على قوتى س ب و س د [illegible] ى هو
الخط الزاوى س ف وهذا الخط قائم مقام القوتين الاوليين [illegible]
[illegible] يبنى على [illegible] متوازى الاضلاع [illegible]
يكون ناتجه الخط الزاوى س ج والخط الزاوى [illegible]
خط س ه مربع متوازى الاضلاع [illegible] الناتج المفرد المنفرد فى ج
والجسم المتأثر من جميع هذه القوى لا [illegible] النقطة [illegible]
[illegible]
من س الى [illegible] والخط [illegible]
وهو الخط الجسم س [illegible] المتأثر القوى [illegible]
المتأثر جسما واحدا فاذا كان هذا [illegible]
على وضع لا يتغير وتأثر القوى كذا [illegible]
بالطريقة المذكورة آنفا [illegible]
المنفرد كما مر ثم ان القوى المؤثرة فى الجسمين المذكورين [illegible]
متصلتين على وضع لا يتغير اما متوازية غير متساوية [illegible] (١٩١)
فان [illegible]
[illegible] القوتان [illegible]
طول القوتين المجتمعتين معا [illegible]
المسافة من س الى [illegible]
الى د على [illegible] المسافة من ب الى ه [illegible]
كنسبة س ب الى د [illegible] س ب
[illegible] ولا بد [illegible]
للقوة س ف [illegible]
العمل [illegible] واحدا [illegible] (٢٠) [illegible]

الجسم

يحصل عن الموازنة * واما متوازية غير متساوية ومتضادة فى الاتجاه
كما فى الشكل (٢١) فان جسمى ا ب فيه متأثران بقوتين متوازيتين غير
متساويتين واتجاههما ا د ب هـ متضاد والناتج مساو لفرق قوتيهما ويتجه
جهة اقواهما حتى يأتى فى نقطة بعيدة عن الخط الواصل للجسمين من جهة
ا اقوى القوتين وهو فى هذا الشكل س ضـ وطوله هو الفرق بين خط ا د و خط
ب هـ ومسافة بعده عن ب تكون على حسب طوله المقابل لطول ب هـ والموازنة
تحصل بقوة مضادة للناتج مضاده كلية وشدتهما واحدة واعلم ان الناتج
فى القوتين المؤثرتين فى الجسمين المتصلين اذا كانتا متضادتين فى الاتجاه
لا يتأتى تحصيله اعنى انه لا يمكن استعواضهما بقوة منفردة تكون هى
الناتج وتحصل الموازنة فى هذه الحالة بمعارضتهما بقوتين متضادتين
متوازيتين والقوتان المذكورتان يسميان بالزوج وقد يكون ان الناتج الاخير
فى الاداء يمكن ارجاع القوى ذات العدد الكثير لناتج واحد وحينئذ فيعلم
بعلاقة هذا الناتج حيث نشأ تركه ومتى اثر الزوج فى جسمين يحول الى خط
اتحصل الموازنة فى شكلين (٢٢) و (٢٣) فان الاول منهما مرسوم
فيه القوتان ب د ذ هـ مؤثرتان فى نقطتى د ذ والثانى مرسوم فيه تحويل
الخط الذاهب من د الى ذ ووصله بخطى القوتين حتى صار الكل خطا واحدا
* واما غير متوازية واثرت فى جسمين متصلين على وضع لا يتغير كما فى الشكل
(٢٤) فان قوتى ب ح ا ذ فيه مؤثرتان فى جسمى ب ا والناتج فى هذه يوجد
بتطويل اتجاههما الى ان تلتقيا فيرسم المربع المتوازى الاضلاع
مفروضا ان القوتين اثرتا بالفعل فى نقطة ملتقاهما و تجعل القوتان
هذه تذهب قوة ب ح من و الى هـ وقوة ا ذ من و الى د فيرسم
المربع المذكور تصل زاويته السفلى الى ش والخط الزاوى الذى هو و ش
يقابل خط ب ا فى س وهى النقطة الموضوع فيها الناتج وينبغى
ان طوله من س الى ... لطول من و الى ش وتحصل
... قوتى ب ح ا د بجعل قوة ... للناتج بشدة واتجاه واحد

مبتدأة من نقطة س فقد بان ان ما ذكرناه هنا من تطبيق القوى على الاجسام لتحركها والاستقصاء عن نواتجها واسطة كافية فى الاستعمال وفى تحصيل القوة الكافية للموازنة ومنه يكتسب الانسان معرفة القوى وكيف ينوعها على حسب مراده وكمية القوى التى بها تحريك الكتل العظيمة ويمكن ان يعوضها بعدد اقل والنقطة التى ينبغى ... القوى عليها لتحركها واقتصرنا على ما مست اليه الحاجة هنا ولم نكثر من الاطالة لان ما زاد على ذلك محله علم الهندسة

الفصل الاول فى مركز الثقل

قد ذكرنا تأثير القوى فى نقطة مادية او نقط كثيرة متصلة ... على وضع لا يتغير والآن نذكر ان الجسم الصلب يعتبر مشتملا من نقط ... مادية متصلة بعضها على وضع لا يتغير وقلنا لا يتغير احترازا عما اذا كانت القوى قوية تفرق اجزاء الجسم بالكسر ونحوه فان تأثيرها حينئذ فى جزء من اجزاء الجسم لا يوجب تحريك الجسم كله ولا سكونه وهذا خلاف المفروض بل المفروض ان القوى ضعيفة عن تفريق الجسم فيكون لتحريك الجسم كله او سكونه تأثير قوى فى نقطة مادية منه وحينئذ فيعرف الثقل بانه خاصة فى الجسم ... كل جزء من اجزائه الى الارض فهو عبارة عن جملة قوى ... ويمكن تصييرها اتجاها واحدا اى من نقطة تكون دائما واحدة ايضا كان وضع الجسم وهى المسماة بمركز الثقل فاذا علق الجسم من هذه النقطة او انتهى اليها تطويل خط التعليق كان فى ... السكون ولو كانت جميع الاجسام منتظمة الشكل متماثلة المادة لكان مركزها التثاقلى مركز ... لا تكون ... كذلك ومركز الثقل اعنى النقطة التى يمر منها اتجاه قوة التثاقل المؤثرة فى كل من من الاجزاء لا يتغير وان تغيرت اوضاع الجسم لان ... القوى المتوازية لا التوازى واذا كان كذلك فقد يكون الجسم فى ... وان لم يكن مرتكزا على سطح صلب اى نقطة ارتكاز ... واحدة

فى الاجسام التامة الكروية التى من طبيعة واحدة ونقطة الارتكاز توجد حقيقة فى اتجاه الخط القمى المار على مركز الثقل فالجسم البيضى المرسوم فى الشكل (٢٥) الموضوع وضعا افقيا المنجذب بقوى الثقل التى فى جميع اجزائه وكانها متوازية لا يتغير مركز ثقله دون تغير وضعه كالمرسوم فى الشكل (٢٦) والمرسوم فى الشكل (٢٧) لاطلقنا اخذنا فرق النقطتين الطرفيتين ب س ونجذبنا بالناتج الذى هو و د معادلا لمجموعهما فى الاوضاع الثلاثة المرسومة فى الاشكال الثلاثة (٢٥) و (٢٦) و (٢٧) ووجدنا مركز الثقل الذى هو و دائما فى النقطة بعينها لا يتغير فظهر ما ذكرناه من ان مركز الثقل اعنى مركز القوى المتوازية للثقل لا يتغير وان تغيرت اوضاع الجسم ومن ان هذه القوى تصور بناتج مفرد يمر من مركز الثقل واعلم ان موازنة الجسم البيضى لا تكون الا فى الوضعين اللذين يمر فيهما الخط القمى لمركز الثقل نازلا فى نقطة ملامسة الجسم للسطح واحد الوضعين هو ان يكون الجسم موضوعا وضعا افقيا فيكون مركز الثقل فيه قريبا جدا من نقطة الملامسة فلو حرك مال ثم اخذ مركز ثقله فى الرجوع الى وضعه الاول بعد ان يرتفع عند ميلان الجسم بزوال حالا فيرجع الجسم الى الموازنة وهذه الموازنة تسمى بالمستمرة او الثابتة والثانى ان يكون الجسم البيضى المذكور موضوعا على احدى ذبابتيه فمركز ثقله وان كان عاليا اى بعيدا عن نقطة الملامسة تحصل الموازنة غير انه لا يطول امدها لان ادنى تغيير فى وضع الجسم يسبب نزوله ولذا لا يمكن حفظ البيضة على احدى ذبابتيها وهذه الموازنة تسمى بالبرهية او غير الثابتة فمركز الثقل فى الموازنة الثابتة يكون انزل ما يكون وفى غير الثابتة يكون اعلى ما يكون وكلما كان مركز الثقل انزل كان الجسم اكثر ثباتا فى الوضع وهذه القاعدة نافعة فى وضع الابنية التى يراد ثباتها ومتانتها ولذلك كانت الاهرام امتن الابنية * والاجسام الثقيلة تكون فى الموازنة اذا ارتكز الجسم على سطح صلب وكان الخط القمى منه مارا من مركز ثقله ساقطا على نقطة من السطح المعطى لقاعدة ذلك الجسم فالعامودان المرسومان

فى الشكلين (٢٨) و (٢٩) متنصبان بسبب ان الخط القمى فيهما وهو س م
نازل من مركز الثقل م ساقط على سطح و ب المغطى بقاعدتهما وذلك
لسريان مقاومة السطح سريانا كليا الى مركز الثقل بسبب اتصال مادة
كل من العمودين ببعضهما فان لم يكن ذلك السريان موجودا بان خرج الخط
القمى لمركز الثقل عن السطح المغطى بقاعدة العمود كما هو مرسوم فى الشكل
(٣٠) لم توجد الموازنة لكون العمود يسقط من مركز ثقله على امتداد الميل
م ط فعلم من ذلك انه يمكن بناء منارة مائلة فى غاية المتانة لان المدار
على ان لا يخرج الخط القمى المار من مركز الثقل عن قطر القاعدة وفى الايطاليا
برجان مشيدان احدهما فى مدينة بيزا والثانى فى مدينة بولونيا اما الآن
كأنهما متداعيان للسقوط على المارين تحتهما والجسم المتعلم الذى اجزاؤه
غير متماثلة لا يكون مركز ثقاله مركز الشكل فلو فرضنا ان قرصا نصفه من
خشب ونصفه من رصاص كان مركز ثقله فى النصف الثقيل ويعرف محل
نقطة مركز الثقل حينئذ بفرض مثلث مرسوم فى الشكل (٣١) يعلق من
زاوية آ ويرسم على سطحه بالزيج خط ه ر ثم يعلق من زاوية س كما هو
مرسوم فى الشكل (٣٢) ويرسم على سطحه بالزيج خط ه ف فتكون نقطة
تقاطع الخطين المذكورين التى هى م مركز الثقل والجسم الغير المتماثل
السطح يعمل فيه مثل ذلك لان العملية فى جميع ... الجسم ... رسم
الخطين بالزيج تتعين نقطة التقاطع فى الوجهين واخط الذاهب فى باطن الجسم
المار من نقطتى التقاطع يسمى محور الثقل ووسط هذا الخط هو مركز الثقل
والاجسام المتصلة ببعضها اتصالا كليا فيتحول فيها مركز الثقل عن محله على
حسب تغير شكلها فجسما ا ب فى الشكل (٣٣) اذا كانا فى الجزء المائل
المتصلان ببعضهما بواسطة خط يوجد مركز ثقلهما المشترك فى نقطة ه التى
هى وسط مسافتهما ولو قرب جسم ب الى نقطة م ... مركز الثقل نقطة
و التى هى وسط جديد لمسافتهما ولو ان انسان ذا وقسمه على ارسال يديه ...
ذراعيه بجانبيه يكون مركز الثقل فى الموضع ... امام ... الاخمصين

القطانية وهذه الموازنة تزول بادنى وكز يحصل له فيقع ساقطا على الارض والذى يمنع سقوطه هو تفريق قدميه وتوسيع قاعدة تمكنه من الارض واذا كان حاملا على ظهره او بيديه شيأ ثقيلا انحنى بقدر ما يحتاج اليه فى معادلة الشئ المحمول للثقالة جسمه ومركز التثاقل حينئذ يتغير محله على حسب الوضع الذى يكون عليه الجسم ولذلك يمكن ايقاع الموازنة فى هيكل انسان واقف على قدم من قدميه على سن ابرة غير محدد جدا او وضع قضيبين من معدن فى شكله مثلا كرسى من رصاص اسفل نقطة الارتكاز كما هو مصور فى الشكل (٣٤) فمركز الثقل يكون نازلا جدا والهيكل حافظ للموازنة حتى لو حرك حركات خفيفة لا يسقط

الفصل الثانى فى الالات البسيطة

الالات عدد تتوصل بها لتأثير القوى للاجسام حتى تحركها او تهيئها للحركة فى اتجاه يراد توجيهها اليه وهى اما بسيطة او مركبة والاولى اصول الثانية فهى تركيب بعض الاول تكون الثانية ولا نتكلم هنا الا عن الاولى لكون خواص الثانية تؤخذ منها وقبل ان نتكلم عليها نعرف كلا من القوة والمقاومة ونقطة الارتكاز فالقوة هى القدرة التى يراد بها تحريك الجسم بواسطة الالة والمقاومة الجسم الذى يراد تحريكه ونقطة الارتكاز وتسمى بالنقطة الثابتة جزء من الجسم او الجهاز لا يتحول عن محله كيفما كانت شدة واتجاه القوة المراد استعمالها كالمحور الذى يرتكز عليه باع الميزان ولا بد فى شرح تحرك الالات من ان يقطع النظر عن تعاكس قطع الالات فى بعضها ومن ان تفرض الحبال عديمة الوزن تامة السلاسة واصول الالات البسيطة ثلاثة الرافعة والبكرة والسطح المائل

الفصل الثالث فى الرافعة

الرافعة قضيب طويل متين مستقيم او منحن فيه مانع يسمى مركز التحريك او نقطة الارتكاز وفى باب بيان حركة الرافعة تقطع النظر عن ارتفاع ثقلها

وتفرض غير قابلة للانثناء والشرط الذى لا بد منه انما هو وجود نقطة ثابتة
هى نقطة الارتكاز وانواع الرافعة باعتبار تغاير محل كل من النقطة والمقاومة
والقوة ثلاثة * النوع الاول ان تكون القوة فى احد الطرفين والمقاومة فى الثانى
ونقطة الارتكاز بينهما كما هو مرسوم فى الشكل (٣٥) فان نقطة الارتكاز
آ بين المقاومة ج والقوة و المصورة بوزنة قبان والنوع الثانى ان تكون نقطة
الارتكاز آ فى احد الطرفين كما فى الشكل (٣٦) والمقاومة ج فى الوسط
والقوة المصورة بوزنة القبان معلقة بخيط مار فى بكرة د فى الطرف الثانى *
والنوع الثالث ان تكون نقطة الارتكاز آ فى احد الطرفين كما فى الشكل
(٣٧) والمقاومة ج فى الطرف الثانى والقوة و المصورة بالوزنة المعلقة
بخيط مار فى بكرة لترفع بها الرافعة من اسفل الى اعلى فى الوسط وذراعا الرافعة
هما الجزآن الممتدان من النقطة الثابتة الى النقطتين الموضوع فيهما القوتان
ولذلك يقال ذراع القوة ذراع المقاومة وكثير من الآلات المستعملة
فى المنافع الاعتيادية ما هو من الروافع فان المقراض رافعتان من النوع
الاول فالقوة هى الاصابع ونقطة الارتكاز هى المسمار الذى فى الوسط
والمقاومة هى الجسم المقروض ومثل المقراض الكلابتان والجفت ذو الحلق
ومخلة قرم الدخان رافعة من النوع الثانى فالقوة هى اليد التى تقبض
بها على مقبضها والمقاومة الدخان المقروم ونقطة الارتكاز الطرف المثبت
بالمسمار واما جفت التشريح والملاقيط فرافعة من النوع الثالث ومتى كان
كل من زنة الوزنة والقوة المستعملة مناسبا لطول الرافعة كانت الرافعة
فى الموازنة ويستدل على ذلك بضرب كل من القوة والمقاومة فى طول ذراع
الرافعة اذا كان الحاصلان متساويين فاذا فرض فى الرافعة التى من النوع
الاول المرسوم صورتها فى الشكل (٣٥) ان المقاومة ج اذا كانت
خمسة ارطال وكان طول الذراع مترا واحدا وزن خمسة ارطال برطل
واحد يجعل فى طرف الذراع الثانى الذى يلزم ان يكون طوله خمسة امتار
لانا اذا ضربنا خمسة فى واحد او واحدا فى خمسة كان الحاصل فى ذراع خمسة

فينتج من ذلك انه بتطويل ذراع القوة توازن الكتلة الثقيلة بجسم صغير فاذا كانت كتلة ح مائة اقة وطول ذراع ح قيراطا واحدا رفعت المائة اقة بقوة تزن اقة واحدة اذا كان طول ذراع آ د مائة قيراط وبقوة تزن اقة وثلثا اذا وضعت في نقطة خمسة وسبعين من الذراع المذكور وبقوة تزن اقتين اذا وضعت في نقطة خمسين وبقوة تزن اربع اقق اذا وضعت في نقطة خمس وعشرين غيرانه اذا كان العمل في كتل كبيرة ما يكتسب من القوة فقد من السرعة وقد علم من ذلك ان الانسان يكتسب قوة عظيمة بواسطة الرافعة ولذا قال ارشميدس اعطني نقطة ارتكاز وانا انقل الارض ونقطة الارتكاز انما تعمل زنة الرافعة وزنة الاجسام التي في الموازنة وان اكتسب بتطويل الذراع من اقوى ما اكتسب وقد خص استعمال الرافعة التي من النوع الثالث بما اذا اريد احداث سرعة عظيمة في الحركة كما في المداس الذي يضع السنان قدمه عليه لادارة حجر المسن فان المداس المذكور رافعة من النوع الثالث فالطرف المثبت منه هو نقطة الارتكاز والطرف الثاني هو المقاومة والقدم الذي بين الطرفين هو القوة ويلزم في هذا النوع بذل قوة عظيمة هذا وقد فرضنا الروافع في كل ما سبق بدون ثقل لكن عند العمل ينبغي ان يحسب ثقلها لتحصيل الموازنة واختيار نقط وضع القوى وتوزيع نقط تأثير القوى وهذا من المهم جدا سيما اذا كان ذراعا الرافعة غير متساويين لانه يكون احدهما اثقل من الآخر وقد فرضنا ايضا في جميع احوال استعمال الروافع ان تأثير القوة بالنسبة للروافع دائما يكون على خط عامودي لانه في غير هذه الحالة تفقد القوة جزأ عظيما من جهدها فاذا اثرنا قوتين بخطين متساويين وتحصل منهما مع الرافعة زاويتان مختلفتان قل تأثير ابعدهما عن الخط العامودي في الرافعة ففي الشكل (٣٨) رافعة ا ب خط معلق في نقطة س وفي كل من طرفيها حبل مربوط فيه وزنتا د ه المتساويتان في الوزن الحافظتان للرافعة في الموازنة فاذا وضعت وزنة ه مثلا على بكرة ك او بكرة ل فقدت الموازنة وكذا تفقد فيما اذا وضعت وزنة د على بكرة ح وكلما قلت

[illegible] قوة كلما زاغ اتجاهها عن الخط العامودى بالنسبة لذراع الرافعة [illegible]
وفى تركيب بنية الحيوانات امثلة كثيرة للرافعة لان العظام فيها بمنزلة القضبان
المتينة والعضلات بمنزلة القوى فعظم الزند [illegible] من النوع الاول
اذا كان الساعد منثنيا على العضد [illegible] الارتكاز منفصل العضد مع
الساعد والمقاومة [illegible] العضدية ذات الرؤس
الثلاثة المؤثرة فى الطرف العلوى لعظم الزند المكون [illegible] واقرب [illegible]
لارتكاز جدا من القوة المصيرة [illegible] الرافعة [illegible]
المذكورة قوية بكونها ذات رؤس ثلاث [illegible]
ولكون الزند المذكور رافعة طويلة [illegible]
حركة انبساطه سريعة جدا [illegible]
وقواها التى هى العضلات فى بنية الحيوان [illegible]
حركات الجسم واعضائه عوض بعض ما نقص من تركيب الروافع فى البنية
الحيوانية بوجود عضلات متينة جدا [illegible] والقدم فى الانسان رافعة [illegible] النوع
الثانى فاذا كان واقفا على اصابع رجليه كانت الاصابع [illegible]
والطرف الخلفى من العقب او عظم الكعب هو القوة لانه هو المحل الذى [illegible]
اليه قوة العضلات الخلفية للساق ومركز ثقل الجسم [illegible]
الرافعة [illegible] بين الكعب والاصابع [illegible]
[illegible] للفرس والثور ونحوهما * والفك الاسفل فى الحيوانات [illegible]
النوع الثالث الموجود [illegible] فى تركيب الحيوانات [illegible]
اريد تقطيع جسم بين الاسنان او عضه [illegible]
الفك الذى امام [illegible] والمقاومة [illegible]
الارتكاز والمقاومة وتكون بالعضلات [illegible]
الصدغية والمضغية اللتين يدركان [illegible]
اريد احداث ضغط شديد على جسم يراد [illegible]
العضلات ولذلك جعلت الاضراس قريبة منها

الفصل الرابع في الميزان

هو آلة تعيين مقادير الاجسام بمعادلتها باوزان معروفة وهو نوعان احدهما الميزان ذو الذراعين والثاني الروماني وهو القبان المعروف والاول رافعة متساوية الذراعين نقطة ارتكازها في الوسط وتسمى باع الميزان وفي كل من طرفيها كفة معلقة ويلزم لتقرير هذا الميزان ان يوضع تحت مركز التعادل منه صنجة العرض من فولاذ محددة كالسكين ليرتكز عليها باع الميزان من وسطه المحدد كالسكين ايضا وان تكون نقطتا التعليق الكفتين في ارقة كذلك لتكون نقطة ملامسة الحدين رقيقة جدا والاحتكاك يكون كلا شيء والامر المهم في هذا الميزان ان توضع نقطة المركز وضعا لائقا في التعادل والثاني الذي هو القبان رافعة من النوع الاول توزن بها الاوزان المختلفة بوضع الرمانة بعيدة عن نقطة الارتكاز وكان هذا الطويل لاحد ذراعي القوة وهو الذي تجري عليه الرمانة بحسب الحاجة وهذا هو اصل الموازنة التي شرحناها في فصل الرافعة والعادة ان ذراع التعليق يكون قصيرا جدا فلذا لا يزن القبان الا اجساما ... ولا ... ذلك ... اوزانا ... تحصل به تقريبية لا تحديدية مثل التي تحصل بالميزان ذي الذراعين المتساويين

الفصل الخامس في البكرة

هي قرص مفرطح يتحرك على محور في وسطه وفي دائرة هذا الجسم ثلم ميزابي يمر فيه حبل والمحور محمول من طرفيه بحمالة س كما في الشكل (٣٩) ومن حيث ان القرص معلق في الحمالة من مركز ثقله ومن مركز شكله ويكون في الموازنة ولو اديرت اجزاؤه من اعلا الى اسفل ويبقى في الموازنة ايضا ولو وضع الحبل في ميزابه وعلق في طرفي الحبل وزنتان متساويتان د ش وباعتبار كون نقطة الارتكاز ف ونقطة التعليق للقوتين في ا ب يكون رافعة من النوع الاول ونقطة الارتكاز تكون الناتج فاذا صعدت احدى الوزنتين او نزلت تحرك الحبل البكرة على محورها فيعتبر كل من ذراعي الرافعة ا و ب د

عن محله ولا يتغير طوله بسبب استدارة شكل البكرة وحينئذ فالبكرة رافعة متساوية الذراعين لا تتغير قوتاها في حال من احوال حركتها كما ذكرنا لان طول كل من الذراعين لا يتغير لكونه مساويا لطول شعاع القرص حتى لو نقلت قوة د ب الى نقطه ت ح لكان الذراع الثاني شعاعا مماثلا لشعاع الاول وبذلك تكون القوة ملازمة للرافعة بدون ان يوجد تأثيرا لكون ذلك التلازم يكون دائما على خط عمودي بالنسبة للرافعة ولذلك كانت منفعة البكرة المثبتة في حالتها المعلقة من اعلا كما في الشكل (٣٩) انه يمكن بها من تغيير القوتين بحسب الارادة بدون ان يفقد شيء من شدتهما غير الاحتكاك الحاصل في المحور الذي لا يمكن منعه وكثيرا ما تكون الحبالة من الاسفل لتنجذب في الاجسام وتجذبها الى اعلى كما في الشكل (٤٠) فان حبل د مربوط في نقطة متينة لا تتحرك والقوة ملازمة للحبل في نقطة ه وحينئذ فهي رافعة من النوع الثاني نقطة ارتكازها في جهة آ وواسطة المقاومة في نقطة و وهنا تتوازن المقاومة بواسطة القوة التي هي نصف المقاومة لان النقطة الثابتة تحمل النصف الثاني فمثلا اذا كان جسم ث يزن مائة رطل يرفع بقوة خمسين رطلا ملازمة في نقطة ه بقطع النظر عن المقاومة الصادرة من الاحتكاك وثقل الحبال والحبال اذا كانت متضايقة كالخطين المرسومين بالنقط ق ف تفقد القوة الملازمة بعض شدتها واذ لم يمكن سحب الحبل باستقامة من نقطة ه من اسفل الى اعلا فليدخل في بكرة ثانية كما في الشكل (٤١) ولتوضع القوة في نقطة ه وتجذب من اعلا الى اسفل ويتعين ثقل المقاومة اذا اريد بكرة متحركة آ وبكرة غير متحركة كما في الشكل (٤٢) فيسقط الحبل من حمالة ق و ينزل على بكرة ت ومنها يصعد الى تلك البكرة ت وتوضع قوة الجذب في نقطة ه وجملة هذه البكرات التي بعضها ثابت وبعضها متحرك تستعمل كثيرا في السفن وتسمى عند العامة بالعيار وعند البحريين بالانكليزية وعند الفرنساوية موفل ويكتفى بجميع البكرات المتحركة حمالة واحدة كما تكون لغير المتحركة ايضا وينبغي في العيار ان لا يزيد عدد البكرات فيه عن الحاجة بل الاحسن تقليل

عددها

عددها ما امكن خوفا من حصول الاحتكاك المفرط الموجب للزيادة في القوة وينبغي ان يكون قطر كل بكرة اصغر من الاخرى على التدريج حتى لا تتلاصق الحبال وفي هذا الفصل مبحثان

المبحث الاول في الملفاف

الملفاف ويسمى بالفرنساوية تورو بل اسطوانة موضوعة وضعا افقيا تدور على محورها المحمولة على نقطتين مثبتتين للتقيد عليها حبل تعلق به الثقل كما في الشكل (٤٣) وهو رافعة من النوع الاول كثيرا ما تتثبت به ايدي من خشب ب ب ب ب فيها القوة فاذا كان طول كل يد منها اطول شعاع الاسطوانة بثلاث مرات غلبت القوة المفروضة بواحد قدرها ثلاث مرات من الثقل او المقاومة

المبحث الثاني في المعناف

المعناف ويسمى بالفرنساوية [illegible] اسطوانة [illegible] على وضع عامودي وايديه في جزئه العلوي [illegible] كما هو [illegible] مرسومة في الشكل (٤٤) [illegible] الاثقال [illegible] الاقطار والمقصود من [illegible] تحصيل [illegible] جسم واحد مثال ذلك جسم د المؤثر به في طرف شعاع البكرة الكبرى و ب فانه يعادل بثلاث وزنات الاولى وزنه [illegible] المساوية له المؤثر [illegible] و ا الثاني وزنه [illegible] التي هي نصف الاولى المؤثر [illegible] في طرف شعاع و ب الذي هو نصف شعاع و ب الثالثة وزنه ط التي هي [illegible] الاولى المؤثر [illegible] في طرف شعاع و ث الذي هو ربع و ب وهذا [illegible] القوة المتصلة في الرافعة بطول ذراع القوة [illegible] على نسبة طول ذراع الرافعة لان البكرة الاخرى تدور على [illegible] في مدة واحدة من [illegible] البكرة الصغرى [illegible] الدائرة حول [illegible] ايضا فهما تتمان دورتهما في زمن و [illegible] وان اختلف قطرهما [illegible]

الفصل السادس فى السطح المائل

هو سطح فيه انحدار من اعلى الى اسفل مبتدأ من خط عمودى الى خط افقى
والجسم الثقيل اذا وضع على سطح افقى استمر عليه فى حالة الموازنة لانه يكون
بين قوتين متضادتين احداهما الثقل والثانية مقاومة السطح واذا وضع على
سطح عمودى سقط لان مقاومة السطح حينئذ تكون [illegible] تمام ثقل
الجسم واذا وضع على سطح منحن اى متوسط بين السطحين [illegible]
الثقل من مقاومة السطح بل يضعف بسبب بعض مقاومة من السطح ففى
الشكل (٤٥) السطح المائل اس وثقل جسم ب متدرج على خط ب ت من
حيث ان ثقل الجسم ومقاومة السطح قوتان متدارجتان [illegible]
للاولى انها عمودية على وجه السطح فيكون خط الاتجاه ب د ويكون
منه مع خط اتجاه الثقل الذى هو ب ت زاوية تكون اساس متوازى
مستطيل خطه الزاوى يكون موازيا لوجه السطح لان الجسم اذا خلى ونفسه
يقطعه فى السير والخط الزاوى المذكور يدل على طول المسافة التى
يقطعها الجسم من السطح المائل فى زمن معين كثانية وخط ب ت يدل
على المسافة المقطوعة فى مدة السقوط العمودى فلو سقط الجسم [illegible]
عمودى فى مدة ثانية اخرى مثلا لقطع بمقتضى ناموس [illegible] مسافة
ثلاثية ان ضعف الاولى ثلاث مرات فيصل الى ه ومعرفة ما قطعه الجسم
على السطح من المسافة تحتاج الى ان يصور متوازى مستطيل آخر يحصل من
تصوير خط ممتد من نقطة ه الى الخط الزاوى الذى هو وجه السطح مع
تطويل خط ب د فيحصل خطا ت ه و ه س وتكون المسافة
من و الى س ضعف المسافة من و الى ب ثلاث مرات [illegible] من ذلك
ان المسافة التى يقطعها الجسم المتدحرج على سطح مائل على نسبة المسافة
التى يقطعها ذلك الجسم فى السقوط العامودى وذلك هو [illegible]
للحركة فى كلتا الحالتين والجسم الذى فرضنا ابتداء سيره من [illegible] اذا وصل

الى

الى ش يكون قطع فى العلو خطأ ما او بالخط ا ش ومن حيث ان سرعة الحركة بالنسبة للسقوط العمودى وللسير على السطح المائل واحدة كانت نتيجة وصوله لوسقط سقوطا عموديا من آ الى ش او انحدر من سطح مائل كثير الانحدار او قليل واحدة غير انه بسبب اقصار السطح يكتسب هذه السرعة بحالة متفاوتة على حسب الانحدار وذلك لان نسبة مدة سقوطه من السطح المائل لنسبة مدة سقوطه من السطح العمودى كنسبة طول السطح لارتفاعه وايضا فان نسبة القوة المؤثرة فى الجسم القاطع للسطح المائل كنسبة القوة المطلقة للثقل كما ان ارتفاع السطح المائل يكون على نسبة طوله الكلى فعلى هذا لو التزمنا موازنة جسم موضوع على سطح مائل رأينا ان القوة اللازمة لايقاف نزوله تختلف باختلاف اتجاهها فان كان اتجاهها موازيا لطول السطح من ب الى ف كانت نسبة القوة لثقل الجسم كنسبة علو السطح لطوله اعنى ان نسبة المضافة من ا الى ش كنسبة المسافة من س الى آ وان كان اتجاهها موازيا لقاعدة السطح من ب الى ط كانت نسبة القوة اللازمة كنسبة ارتفاع السطح المائل لقاعدته وتنفع السطح المائل رفع الاثقال من الارض على العربايات ونحوها * ويكفى فى ذلك ان يؤخذ خشبتان متوازيتان يجعل احد طرفيهما على الارض والثانى على الجسم المراد الرفع اليه وكلما بعد السطح عن الخط العمودى كان رفع الثقل عليها اسهل وفى هذا الفصل مبحثان

المبحث الاول فى الاسفين ويقال له ايضا الخابور

مرسوم صورته فى الشكل (٤٦) وهو آلة بسيطة ذات سطحين مائلين متقابلين احد طرفيها آ ب غليظ يسمى بالرأس وهو الذى من الجهة العليا والثانى ح رقيق من الجهة السفلى يسمى بالسن او بالحد وتستعمل هذه الآلة للتقسيم او التقسيم فاذا اريد قسم قطعة من الخشب الى فلقتين وضع عليها الخابور وطرق على رأسه فهذه هى القوة وهى بالنسبة للمقاومة المراد

فنهزمها كمجموع السطحين او كعرض رأس الخابور بالنسبة لطوله وكلما كانت
ملاسة سطحيه كان اثبت في الخشب الذي ينفذ فيه بالطرق عليه وكثيرا
ما يزهق ويخرج بنفسه من الخشبة وذلك اذا كانت ملاسة سطحيه اكثر وكلما
كان سنه احد كان نفوذه وتأثره من القوة اسهل

المبحث الثاني في البرمة

مرسوم صورتها في الشكل (٤٧) وهي اسطوانة مستقيمة يحيط بها ارتفاع
مربع او مستدير او زاوى مستو منتظم يسمى بخيط البرمة يصعد لافا على
سطحها بانحراف فيرسم خطا حلزونيا يسمى ابليس ان [illegible]
المنحصرة فيما بين اللفات المرتفعة التي من ه الى ت تسمى بخطى البرمة
ومن اجزاء البرمة قطعة اخرى د د فيها ثقب حلزوني فيه ارتفاعات
وانخفاضات تطابق التي في الاسطوانة فاذا ادخلت الاسطوانة في ذلك الثقب
وتحركت تلك القطعة جرت على الاسطوانة من اولها الى آخرها اذا كانت
الاسطوانة ثابتة فان كان الثابت هو القطعة جرت فيها الاسطوانة [illegible]
القطعة تسمى بالفرنساوية ايكرو وهي المعروفة في اصطلاح [illegible]
بالانثى والبرمة من قبيل السطح المائل فهي سطح دائر حول اسطوانة تقسم
الى اقسام عديدة بقدر خطى البرمة وسير البرمة [illegible]
على سطح مائل مثله ومتى كان هذا [illegible]
على طرف الرافعة لاجل ادارة الانثى اعتبرت المقاومة [illegible]
العلوى خيط البرمة بمنزلة وزنه تكبس على الانثى [illegible]
الوزن على السطح المائل بتسيير الانثى وكلما كانت خطى البرمة ضيقة [illegible]
القوة شيئا اذا كان الرافعة [illegible] ذراع طويل وهذا [illegible]
ذلك نتيجة قاعدة هي ان نسبة القوة للمقاومة [illegible]
التي ترسمها القوة وفي هذا يقنع النظر [illegible]
تغلب القوة الضعيفة مقاومة عظيمة وان كانت تمرور [illegible]

او باعاتها على فعلم او وقت ان تحصل لها شدة عظيمة والا لارتجت وسهل انزلاق الانثى على البرمة او البرمة على الانثى على حسب الثابت منهما

الباب الخامس في الديناميك

هو كنامس نوع من العلم الطبيعي يبحث فيه عن نواميس الحركات التي تعانيها الاجسام المتأثرة من قوة ما لاجل ان تطبق تلك النواميس على صناعة الميكانيك وقد تكلمنا فيما سبق على الحركات عموما والان نتكلم على حركات الاجسام الصادرة من بعض القوى فنقول حركات الاجسام اما ان تكون على خط مستقيم او على خط منحن فتكون على خط مستقيم اذا تأثر الجسم بقوة واحدة وباتجاه واحد وشدة واحدة دائما او بجملة قوى معا في برهة واحدة او ازمنة متساوية ففي كلتا الحالتين تكون الحركة في اتجاه الناتج وعلى خط مستقيم وقد ذكرنا ذلك في فصل تركيب القوى وتكون على خط منحن اذا تغيرت القوة الواحدة المحركة للجسم اتجاهها او اثر فيها احدى القوى حركة متساوية والاخرى بسبب تغير حصل فيها سببت حركة مسرعة كثيرا او قليلا فلو تأثر جسم بقوة تحركة اتجاهها مدة دقيقة ثم غيرت ذلك الاتجاه في الدقيقة الثانية تكون من المسافتين المقطوعتين في مدة الدقيقتين خطان يلتقيان على زاوية ففي الشكل (٤٨) اذا قطع الجسم بالقوة المصورة بالخط المكون من نقط المرسوم عليه نمرة ١ في الدقيقة الاولى مسافة م هـ ثم تغير اتجاهها الى نمرة ٢ وقطع في الدقيقة الثانية مسافة هـ ن ثم تغير اتجاهها الى نمرة ٣ وقطع في الدقيقة الثالثة مسافة ن ى تكون من ذلك شكل كثير الزوايا تكون اضلاعه صغيرة كلما كان تغير الاتجاه اسرع ويحصل من مجموع الخطوط خط منحن هو خط السير ولو تأثر جسم بقوتين كما في الشكل (٤٩) فان جسم ن فيه متأثر من قوتين احداهما ق اثرت فيه مدة دقيقة كقوة البارود المؤثرة في بنبة حركتها حركة متساوية في اتجاه ن ى والثانية ث تؤثر على الدوام وهي ثقل البنبة الذي

يحركها حركة مسرعة فى اتجاه ث ك لسار الجسم على خط منحنى ه
ح ج ويلزم لاجل ان يعرف محل الجسم اى البنية المدققة ان يرسم مربع
متوازى الاضلاع د ذ م فنقطة ذ هى المحل الذى لولا قوة ثقل توصل اليه
الجسم وحيث كان من المعلوم ان الجسم يقطع خطا مستقيما وانه يكون
فى الدقيقة الاولى فى جزئه الصاعد الاقرب من نقطة ... فى ن ى
فلزم ان يطول خط ن م ليرسم عليه المربع المستطيل المتوازى الاضلاع
الاولى د ن ذ م وليعين الناتج فى ذلك المربع الذى هو ن م د م
هو النقطة التى يوجد بها الجسم فى الدقيقة الاولى وتعين ... الدقائق والنقط التى يوجد فيها الجسم بعد ذلك بواسطة المربعات ... الاضلاع المرسومة بعد وهى مربع ص ح ط ومربع ف ث ر
ومربع ل د و فاذا وصلت نقطة ن م ح س ه بواسطة خطوط
صغيرة مستقيمة حصل القطع المتكافى والحركة الاستدارية ناتجة من القوى
المسماة بالقوى المركزية فاذا اكتنف هذه الحركة القوتان المركزيتان صيراها
استدارية لان احدى هاتين القوتين تحمل الجسم على بعده من مركزها ...
وثانيتهما تحمله على قربه منه ولاجل تمييز كل منهما عن الاخرى ...
احداهما بالمركزية الطاردة وثانيتهما بالمركزية الجاذبة وهما ... هما
المحركان للاجرام الفلكية ... الاجرام ... من
مركز حركتها تسمى بقوة التثاقل ولنتكلم على القوتين المركزيتين المذكورتين
المرسومتين فى الشكل (٥٠) فنقول ان جسم آ فى الشكل المذكور اذا كان
متأثرا بقوتين عاموديتين على بعضهما احداهما ا ب وثانيتهما ا س
يكون سير الجسم فى الدقيقة الاولى بحسب الخط الزاوى ا د ولو ...
القوتين شئ لاستمر سائرا الى م لكنه من حيث ان قوة ا س ...
من غيرت اتجاهه فى الدقيقة الثانية من ه الى ح فيتبع الجسم خطا
زاويا جديدا ه د ولو بقيت قوة خ د على حالها لاستمر سائرا الى ن
لكنه من حيث انها دائما تجذب الى المركز كان تأثيرها فى الدقيقة الثانية

من ه الى ج فيتبع الجسم الخط الزاوى الجديد وهكذا فتتكرر الاحوال

بعينها او ينتقل الجسم من خط زاوى الى مثله على التعاقب مستقربا نحو المركز فيحصل

فى سيره دائرة وكل جسم خط فى سيره دائرة فهو متأثر بقوتين احداهما مركزية

جاذبة والثانية مركزية طاردة وهذا يمكن تطبيقه على الجسم الموضوع فى المقلاع

قبل انفلاته منه فاذا انقطع حبل المقلاع انقطع تأثير القوة المركزية الجاذبة وبقيت القوة

الطاردة فيخرج من خط الاستدارة ويجرى فى خط مماس للخط المنحنى الذى

كان سائرا فيه قبل اعنى انه يأخذ الخطوط المرسومة بالنقط وهى خط د م

وخط ه ن وخط ش ص وغير ذلك فتكون سرعته فى الخط المماس

مساوية لسرعته المنحنية التى كانت له وقت فراره من المقلاع هذا وقد فرضنا

فى جميع ما ذكرناه ان القوتين المؤثرتين لا تتغيران دائما الان من الواضح انهما

اذا تغيرتا نشأ عنهما حركات مختلفة واما من خصوص كمية الحركة التى يقبلها

الجسمان المتساويان فى الكتلة فانهما تكون اكثر فى اشدهما سرعة

والمتساويان فى السرعة يكون اكبرهما فى الكتلة هو الاعظم فى الحركة ومن

ذلك نتجت قاعدة وهى ان كمية حركة الجسم عبارة عن الحاصل من ضرب

كتلته فى سرعته

الفصل الاول فى مصادمة الاجسام

ما ذكرناه فى بيان كمية الحركة والسرعة يوضح ما يحصل فى مصادمة الاجسام

فانه لو صدم جسم متحرك جسما ساكنا لاخذ المصدوم جزأ من سرعة الصادم

وكأن الصادم اكتسب زيادة فى كتلته ووزع جزأ من سرعته عليها ثم ان كان

الجسمان غير مرنين ككرتين من طين غير تامى الجفاف صدمت احداهما

الاخرى فحركتا فى اتجاه الصادم وكانت السرعة على حسب كبر المصدوم

فتنقص النصف فيما اذا تساويا فى الكتلة وتنقص الثلثين فيما اذا كانت ضعف

كتلة الصادم وهكذا ولو كانا متحركين واتجاه كل مضادا لاتجاه الآخر لاضمحلت

الحركة فيهما لو فى احدهما وما يبقى من الحركة فى الآخر بعد المصادمة يعلم

منه ان له زيادة كمية من الحركة باقية فيه والكمية الباقية من الحركة لاحد
الجسمين تكون مساوية لفرق قوة الاندفاعين ونظير هذا يحصل فى الاجسام
المرنة غير ان كمية الحركة فيها تكون على حسب التفاوت فى المرونة فان الاجزاء
المتأثرة بالمصادمة تتراجع الى الباطن ثم ترجع الى حالتها قبل المصادمة
بسبب رد الفعل المساوى للقوة التى اثرت فيها فلو فرضنا كرتين من عاج
متساويتين فى الكتلة كالمرسومتين فى الشكل (٥١) المصورتين بحرف ك
م المعلقتين فى نقطة ا المرسوم خلفهما نصف دائرة د س المنقسمة الى
درجات من الجانبين ورفعت كرة م الى ست درجات من نصف الدائرة
ثم تركت حتى صدمت كرة ك الباقية فى الصفر لذهبت كرة ك فى جهة
س الى ست درجات وبقيت كرة م ساكنة فى الصفر وذلك لان الحركة
وان كانت تنقسم عند المصادمة فيكون لكل كرة ثلاث درجات الا ان رد الفعل
فى الاجسام المرنة يحدث قوة تساوى ثلاث درجات فتنقهقر الكرة الصادمة
ثلاث درجات وتبقى لها قوة ثلاث درجات تسيرها الى الامام لكن منعها
عن ذلك كون القوتين مؤثرتين فى وقت واحد باتجاه واحد فبقيت ساكنة
واما كرة ك المصدومة فانها وان كان الذى اكتسبته بالمصادمة ثلاث
درجات فتنهاها لا تسير الا ثلاث درجات لكن قوة رد الفعل المرنى فى جسمها
يساوى ثلاث درجات اخرى فلذا سارت الى ست درجات ولو دفع ا[illegible] [illegible]ان
المذكورتان من جهتى نصف الدائرة الى درجتين متساويتين ثم تركا حتى
تصادمتا لرجعتا القهقرى بكمية مساوية للكمية التى نزلتا بها ولو اختلفت
كمية درجات الحركة وتساوت الكتلتان لتبادلتا تلك الكمية فى سيرهما
القهقرى فاذا كان نزول كرة م من اربع درجات وكرة ك من [illegible] ان
تقهقرت كرة ك بعد المصادمة الى اربع وكرة م الى ثمان فاذا [illegible]
الكتلتان فى الجسم كأن كانت كرة م نصف جرم كرة ك ورفعت كرة م الى
ست درجات ونزلت صادمة كرة ك وهى ساكنة انقسمت السرعة بينهما
اثلاثا وكانت السرعة المشتركة بينهما اثنين لان الست من الحركة تنقسم الى

ثلاث كتل ورد الفعل من حيث انه على حسب قدر ان الحركة ينتج ان كرة م
التى لها ست درجات من الحركة تتقهقر اربعا ويبقى لها اثنتان من التقدم
وان كان حقها ان لا تتقهقر الا باثنتين وكرة ك بسبب كية كتلتها تقبل من
الحركة ثنتين وقوة رد الفعل المرنى من حيث انها مساوية لقوة الحركة المؤثرة
هى ايضا تقهقر كرة ك اربع درجات وهذا والتصادم الاجسام المرنة اذا لم يكن
باتجاه مار من مركز ثقلها انتج عنه بعض احوال مخصوصة للحركات هى
فى الغالب حصول حركتين حركة انتقال وحركة دوران فلو صدمت كتلة من
عاج بانحراف جسما مثبتا سطحا لحصل انعكاس فى الحركة ففى الشكل
(٥٢) لو قذفت كرة س من نقطة س على سطح ا ب حتى وقعت على
نقطة و لانعكست فى خط و ش ومن حيث ان احكام الانعكاس دائما
لا تتغير فزاوية الانعكاس دائما مساوية لزاوية السقوط فزاوية و ش ا
مساوية لزاوية و س ب وقوة الانبعاث المنقذف بها الجسم تنقسم الى
ثنتين احداهما و ر خط عمودى قائم على سطح وهذه تنمحق
من المقاومة والثانية و ا تكون بحسب اتجاه السطح فيستدرج الجسم
على السطح بالفعل لو لم يكن مرنا لكن رد الفعل فى الاجسام المرنة يسبب وقت
المصادمة قوة حركة فى اتجاه و ك وحينئذ فيتأثر الجسم بقوة حركة و
ا وبقوة رد الفعل و ك فيتبع الخط الزاوى و ش ويحصل نظير ذلك فيما
لو كان السطح المصدوم منحنيا لكنه يكون فى نقطة الخط المماس المجرور على
نقطة السطح الذى حصلت فيه المصادمة ولو تصادمت عدة اجسام مرنة
فى آن واحد كما هو مرسوم فى الشكل (٥٣) لشوهد امر عجيب وذلك ان
الكرات الثمان المرسومة فيه المعلقة بخيوط متساوية فى الطول وكلها من
عاج ومتساوية فى الكتلة لو ابعدت منها الكرة الاولى وتركت حتى صدمت
الثانية لشوهد بمجرد المصادمة تباعد الكرة الاخيرة عن ما قبلها وبقاء بقية
الكرات ساكنة ولو ابعدت الكرتان الاوليان لشوهد تباعد الاخيرتين مع
بقاء الباقى على السكون وهكذا واعجب من ذلك انه لو ابعدت خمس كرات

وتحركت حتى صدمت الثلاث الباقية تحركت بعد المصادمة الخمس مع
سكون الثلاث الاول ولو ابعدت السبع وتركت حتى صدمت الثامنة تحركت
السبع الاخيرة مع سكون الاولى ويقال في علة ذلك ان الذرات في الحقيقة غير
ملامسة لبعضها ملامسة تامة فالمصدوم منها اعطى حركته لما يجاوره
ويتحرك دونه ودائما يكون عدد ما يتحرك [illegible] اما اذا كانت الكتل
متماثلة فلو كان كل منها يزيد عما يليه تدريجيا على نسبة [illegible] الاعداد
١ ٢ ٤ ٨ ١٦ كما هو مرسوم في الشكل (٥٤) ورفعت الكبرى وتركت
حتى صدمت بقية الكرات لكان تباعد المصدوم عن بقيته آخذا في الازدياد كلما
قرب من الاصغر والمصادمة تكسر الاجسام المرنة متى كانت قوة الصدمة
لتبعيد الاجزاء الى مسافات تتجاوز بها حد التجاذب وكان زمن [illegible]
سريعا جدا ثم ان كانت المصادمة في وسط الجسم صعب كسره عما اذا كانت
في جوانبه او زواياه لانه في الحالة الاولى يتقاسم قوة الصدمة عدد كثير من
الاجزاء والجسم المرن الرقيق اذا صدم ولم يكن احد اطرافه مرتكزا على
جسم وكانت الصدمة شديدة سريعة جدا ينكسر من محل الصدمة فقط
كما لو اصابت رصاصة بندقية اطلقت من مكان قريب لوحا من زجاج فانه
تثقبه ثقبا مستديرا بقدرها بحيث لا يوجد في دائرته زوائد ولا كسر [illegible]
آتية من بعد وفقدت شيئا من قوتها فانها [illegible]
ويقتضى على ذلك ان اللوح في الحالة الاولى لم تتمكن اجزاؤه من ان تتحرك فلم
ينكسر او يقال كما قال بعض الطبيعيين ان الصدمة لما كانت بقوة دفعية
لم يكن هناك زمن تتوزع فيه قوة الصدمة على بقية الاجزاء حتى تسرى الى
المصدومة وتؤثر فيها ومثل ذلك يحصل في جروح الاسلحة النارية الحاصلة
من الاجسام المقذوفة بسرعة عظيمة جدا فانه [illegible] تأثير
في الاعضاء المجاورة للمصاب [illegible]
بندقية قطعت من [illegible]
المرنة اذا كانت مجوفة تكون اقل مقاومة للصدمة من الاجسام المصمتة ومتى

كانت كروية او مفرطحة السطح كانت المقاومة فيها اعظم والجسم المجوف الكروى اذا كان مملوا بسائل تعظم مقاومته جدا فلو صدمت كرة مجوفة لامكن ان تنكسر من محل الصدم ومن محل انفرسيا النقطة المقابلة لمحل الصدمة ومن ذلك كسر الجمجمة المسمى بالكسر المتعدى اوالغير الواصل وهو ان يحصل الكسر فى المحل المقابل لمحل الصدمة اذا كانت المقاومة فى محل الصدمة وفى بقية اجزاء الجمجمة قوية وفى المقابل ضعيفة والمصادمة فى الاجسام القليلة المرونة كالصمغ المرن والاغشية المشدودة والالواح التى من الفولاذ كالزنبرك تتغير فيها النتائج التى ذكرناها نوع تغير فاذا تصادم كرتان من صمغ مرن كانت الحركة الباقية لهما اقل من التى تبقى لكرتين من عاج لان رد الفعل فى الصمغ المرن بطيء والحركة تنقطع بملامسة الكرتين قبل ان تنشر المرونة شدة رد فعلها

الفصل الثانى فى نواميس سقوط الاجسام

قد ذكرنا ان الاجسام اذا ابعدت عن سطح الارض ثم تركت ونفسها سقطت بتأثير التثاقل اعنى قوة الجذب الى الارض والآن نذكر ان اتجاه هذا الثقل يكون عموديا على الافق فى الاجسام التى يسقط منها وان طول خط هذا الاتجاه لو وصل الى مركز كرة الارض كما سبق والهواء هو السبب فى اختلاف سرعة سقوط الاجسام بدليل انا لو اخذنا قطعة من رصاص كثيرة الاسطحة ووضعنا على سطح من اسطحتها قطعة من الورق على قدره ووجهنا هذا السطح الى اعلا وتركناها تسقط لوجدنا الورقة كانها ملتصقة بهذا السطح وتابعة له فى السقوط وما ذاك الا لكون الرصاص فى ازمنة سقوطه مانعا للهواء عن ان يقاوم الورقة ويعوقها عن سيرها فيسقطان معا وكون التثاقل فى اغوار الارض التى يمكن الوصول اليها لا تختلف عنها فى اعلا الجبال لان كلا من الغور والعلو المذكورين وان بلغ منهما بالغ قليل بالنسبة لمنتهى شعاع الارض الذى هو الف واربعمائة واثنان وثلاثون فرسخا ثم تختلف قوة التثاقل باختلاف

بمناطق الارض فهى فى خط الاستواء ضعيفة وفى القطبين قويه فلو تحركت
كرة على محور فى وسطها كان اعلا قوتها المركزية الطاردة فى خط استوائها
وادناها فى نقطتى مخرج المحور لان منتهى الشعاع نحو المحور قصير ويطول
كلما بعد نحو خط الاستواء فكذلك القوة المركزية الطاردة تقوى كلما قربت منه
ولذلك قالوا انه لو اسقط جسم صغير الجرم كثير الثقل بحيث لا يقاومه الهواء
الا يسيرا جدا كرصاصة على خط الاستواء الارضى تقطع مسقوطه فى ثانية
مسافة اربعة امتار وتسعة وثمانين سنتى ميتر وهى نحو خمسة عشر قدما
وقد استنتجوا من كون التثاقل فى هذا المحل يقطع به الجسم المذكور
المسافة المذكورة قاعده هى ان المسافات المقطوعة تكون كمربعات الزمان
اعنى كمحصل ضرب المسافة المقطوعة فى اول الازمنة فى مربعات عدد
الازمنة التالية لان السرعة تزيد زيادة متناسقة على طريقة ثابتة فاعده
فلو القى جسم من فوق منارة وضبطت المسافة التى قطعها سقوطه فى اول
ثانية وكانت اربعة امتار وتسعة اعشار لكانت المسافة التى يقطعها
فى ثانيتين تسعة عشر وستة اعشار من الميتر حاصلة من ضرب الاربعة
والتسعة اعشار التى هى مقدار المسافة فى مربع الزمان الذى هو محصل
ضرب الثانيتين فى نفسهما والمسافة التى يقطعها فى ثلاث ثوانى اربعة
واربعين من الميتر وعشر ميتر حاصلة من ضرب الاربعة والتسعة اعشار مقدار
المسافة فى تسعة التى هى مربع الزمان الذى هو محصل ضرب الثلاث ثوانى
فى نفسها وهكذا يفعل فى بقيه الازمنة ويكفى لمعرفة ما قطعه الجسم من
المسافة فى كل زمن بعد الزمن الذى قبله ان تطرح مقدار المسافة المقطوعة
فى زمن من المسافة المقطوعة فى الزمن الذى يليه فتطرح مسافة الثانية
الاولى من مسافة الثانيتين ومسافة الثانيتين من مسافة الثلاث وهكذا
فاذا كانت المسافة التى قطعها الجسم فى اول ثانية اربعة وتسعة اعشار
كانت المسافة التى قطعها فى ثانى ثانية اربعة عشر وسبعة اعشار لانه
قد قطع تسعة عشر وستة اعشار ناقصة اربعة وتسعة اعشار او ثلث

قطع اربعة وتسعة اعشار مضروبة فى ثلاثة وترسم هكذا ١٤ر٧ ا
١٩ر٦١ ا – ٤ر٩ ١٤ر٧١ + ٣ وتكون المسافة التى قطعها فى ثالث
ثانية اربعة واربعين من الميتر وعشر ميتر ناقصة اربعة وتسعة اعشار واربعة
عشر وسبعة اعشار وان شئت قلت ناقصة تسعة عشر وستة اعشار فتكون
اربعة وعشرين وخمسة اعشار وترسم هكذا ٤٤ر١ – ٤ر٩ – ١٤ر٧ ا ٤٤ر١ –
١٩ر٦ = ٢٤ر٥ وحيث علمت ان الاربعة عشر وسبعة اعشار هى محصل
ضرب المسافة المقطوعة فى اول الازمنة فى ثلاث ثوانى والاربعة والعشرين
والخمسة اعشار محصل ضربها فى خمس ثوانى تعلم ان المسافات المقطوعة
فى كل الازمنة المتتالية تكون كمحصل ضرب المسافة المقطوعة اولا فى اوتار
العدد وهى ٣ و ٥ و ٧ و ٩ وهكذا وبالجملة فنسبة المسافات
لبعضها تكون على نسبة مربعات الزمن ونسبة الازمنة لبعضها تكون على
نسبة الاعداد الوترية اعنى ١ و ٣ و ٥ الى آخره فينتج من ذلك ان
سرعة حركة الاجسام فى سقوطها تكون متناسبة وقد اخترع الماهر
اتوود لمعرفة نواميس سقوط الاجسام آلة معروفة بآلة اتوود ولكونه
لا يلزم رسم صورتها يفهم تركيبها بتكلم عليها بالكلام وحينئذ نقول هى عمود
من خشب ارتفاعه ثمانية اقدام فى اعلاه من الامام بكرة لة المرسومة
فى الشكل (٥٥) وهى بكرة خفيفة جدا تتحرك من ادنى شئ ايها محوران م
م مرتكزان على اربع بكرات ب ب ب ب سهلة التحرك جدا ايضا
مضبوطة من محاورها على اسطحة ملساء من حجر العقيق وبذلك تكون بكرة
لة سهلة الدوران جدا وفى ثلم هذه البكرة خيط رفيع من حرير معلق
فى طرفيه جسمان اسطوانيان متساويان زنة وحجما فلذا يكونا تام
الموازنة فى اى ارتفاع يتقف فيه احدهما فيكونان كانهما غير متأثرين من قوة
الثقل اصلا ودائما يتحركان حركة مستوية وهناك اقراص صغيرة اوسع من
الجسمين الاسطوانيين تسمى بالوزنات الاضافية يثقل بها احدهما ويوجد
بقرب العمود مسطرة طويلة معلمة بدرجات وحلقة جارية تثبت بحسب

الارادة على درج المسطرة وفراغ هذه الحلقة واسع يكفى لمرور احد الجسمين
الاسطوانيين حال نزوله فيه دون الوزنات الاضافية وهناك قرص مجاور على
المسطرة يوقف عليه الجسم الاسطوانى فى المحل المراد ويوجد قرب نصف العمود
لاجل معرفة مقدار الزمن الذى ينزل فيه الجسم الاسطوانى بجهازه وحده
ساعة وفيها بندول يبين بذبذبته الثوانى وتحت البكرات قضيب من نحاس
اذا ارخى حرك جميع القطع فيسقط الجسم الاسطوانى بوزناته الاضافية
ويتذبذب البندول ليبين الثوانى وكيفية عمل ذلك ان تثقل الاسطوانة التى من
جهة الحلقة بقرص اضافى فينزل لان زوال الموازنة التى كانت بين الجسمين
الاسطوانيين ثم ان كان الذهاب من الصفر الذى فى اعلا المسطرة كان الجسم
الاسطوانى ووزناته الاضافية يعادل ثانية فى الدرجة الاولى وبعد ثانيتين
فى الدرجة الرابعة وبعد ثالث ثانية فى الدرجة التاسعة وهكذا على حسب
الارقام التى بيناها فى سرعة سقوط الاجسام ومتى فقد تأثير الوزنات
الاضافية فى الجسم الاسطوانى وذلك بوقوف تلك الوزنات على الحلقة لم يكن
فى الجسم الاسطوانى سوى السرعة المكتسبة من سقوط الوزنات الاضافية
فيكون قطع بعد الثانية الاولى درجة واحدة وبعد الثانية ثلاث درجات
وبعد الثالثة خمس درجات وبعد الرابعة سبع درجات وهكذا ومتى انكشف تأثير
الثقل زادت السرعة المكتسبة للجسم بسرعة متزايدة [illegible]
الاول ومقدار هذه السرعة يزيد على حسب الاعداد الوترية التى هى ٣ و ٥
و ٧ كما سبق وما ذكرناه من ان المسافات فى سقوط الاجسام تكون على
نسبة مربعات الزمان محله اذا لم تكن الاجسام خفيفة بالذات [illegible]
والخشب والا فلا تكون كذلك لان الهواء يقاومها ويمنعها ان تقطع تلك
المسافة ولولا مقاومة الهواء للمطر والبرد الساقطين من اكثر من [illegible] لحصل
من وقعهما الم كما يحصل من الضرب بالرصاص ولوصل البرد [illegible]
كيفية [illegible] فاكبر الشهب سرعة تقطع فى اخر ثانية [illegible]
ثلاثمائة ميتر وهذه السرعة تكاد ان تعادل سرعة جلة مدفع زنتها اربعة

وعشرون رطلا لاحال خروجها منه وقد وضع المعلم غليليه فى مصره سرعة سقوط الاجسام بنصب حبل متين املس طوله عشرون قدما على هيئة سطح مائل وشده شدا مستويا ثم وضع بكرة صغيرة لتنزل عليه وهذا الجهاز يسمى بالسطح المائل الغليلى

الفصل الثالث فى البندول

مرسوم صورته فى الشكل (٥٦) وهو آلة مركبة من جسم ثقيل آ معلق بخيط او سلك ثابت فى نقطة س وهذه الآلة معدة لبيان الانجذاب القمى وتعيين قوة الثقل واقسام الزمن او لبيان زاوية التباعد واذا ابعد البندول عن وضعه القمى قيل لذلك فى اصطلاح علم الطبيعة عمل زاوية التباعد فاذا رفع جسم آ الى ج او د ثم ترك نزل الى نقطة آ ثم صعد الى ف او ب بواسطة السرعة التى اكتسبها بنزوله فيقطع بهذه السرعة مسافة تساوى المسافة التى رفع اليها اولا ثم اخذ يرجع الى ج او د ثم الى ف او ب وهكذا راسما فى حركاته اقواسا لا تتغير وكل من هذه الحركات يسمى ذبذبة والذبذبة اما تامة او نصفية والنصفية اما صاعدة او نازلة فالنازلة من ج او د الى آ والصاعدة من آ الى ف او الى ب وزمن الذبذبة هو المدة التى يقطع فيها البندول قوس حركته ومن حيث ان البندول فيه قوة الرجوع الى نقطة التباعد حتى تكون له كمية الحركة التى انبعث بها فى اول الامر ينتج انه متى تذبذب دامت ذبذبته ما لم يعارضه الهواء او الاحتكاك الحقيقى لنقطة التعلق فيكونان سببا لوقوفه لكن الغالب انهما لا يؤثران الا قليلا شيأ فشيأ فى بندول معلق تعليقا جيدا يتذبذب ساعات كاملة من غير انقطاع ولاجل تحصيل ذلك عملوا البندول المسمى بالمركب وهو قضيب معلق فيه جسم ثقيل عديم الشكل لتقل مقاومة الهواء له وذبذبته تسمى بالذبذبة المتساوية الزمن لكونها تتم فى مدد متماثلة والبندول الذى قرب وقوفه تكون ذبذبته متساوية الزمن كذبذبته الاولى وان لم تكن المسافة التى يقطعها حينئذ الا كسورا من

مسافة الذبذبة الاولى وحينئذ فالمدة متماثلة وان تغيرت المسافة المقطوعة
وطبيعة مادة العدسة لا تؤثر فى هذه المدة شيأ واذا كان هناك بنادل لها
سوق مختلفة فى الطول كانت مدة ذبذبتها على نسبة جذور اطوال السوق
فلو كانت البنادل ثلاثة ونسبة اطوالها لبعضها كواحد واربعة وتسعة كانت
مدة الذبذبة كواحد واثنين وثلاثة التى هى جذور واحد واربعة
وتسعة فاذا قوبل البندول الذى طوله واحد بالذى طوله اربعة وبالذى طوله
تسعة وجد يتذبذب مرتين فى مقابلة واحدة لبندول الاربعة وثلاثا فى
مقابلة واحدة لبندول التسعة ومع ما علم مما مر فى البندول البسيط الذى يفرض
بحسب اصطلاح العلماء اجتماع مادته كلها فى نقطة واحدة واما البندول المركب
المرسوم فى الشكل (٥٧) فهو الذى تركبت سرعة ذبذبته من كل من سرعة
ذبذبة اجزاء الجسم الثقيل وبيانه اذا تذبذب كل من الاجزاء على حدته فالجسم
الثقيل الذى هو العدسة فى هذا الشكل ل ل والساق ب ف ونقطة التعليق ب
فنقطة م وما يماثلها من النقط القريبة من ب تتذبذب بسرعة اذا
على حدتها بخلاف النقطة الاخيرة ق وما يماثلها فانها اذا كانت على حدتها
فانها تتذبذب ببطء وتكون الاجزاء الاولية اعنى العليا بطيئة بسبب التكلف
الذى ترتكبه فى جذب بقية الاجزاء وتكون السفلى مسرعة بسبب الاندفاع
الذى يحصل لها من العليا لان قد يوجد بين نقطة م ونقطة ق نقطة
لا تكون مسرعة ولا مبطئة بل تتذبذب كانها معلقة على حدتها فى طرف
الخيط المصور بالنقط ويقال لهذه النقطة اعنى نقطة د مركز الذبذبة وهى
ايضا مركز التثاقل المشترك بين العدسة والساق ومنتهى طول البندول
حقيقة وهناك بندول يسمى بالبندول الدقيقى لانه يتذبذب فى كل دقيقة
٦٠ ذبذبة فيكون له فى كل ثانية ذبذبة واحدة وطول هذا البندول يكون
فى باريز ٩٩٣ ميللى ميتر و ٨٢٦٧ جزءا من عشرة آلاف جزء من ميللى ميتر
وفى لوندره لكونها مائلة جهة الشمال عن باريز يكون اطول قليلا فيكون
٩٩٤ ميللى ميتر و ١١٤٧ جزءا من عشرة آلاف جزء من ميللى ميتر

فبندول قسم بار يز اذا علق بغيرها من اقسام الارض اختلفت سرعة ذبذبته
لان جذب الارض يختلف باختلاف محال سطحها وهذا مما يستدل به على
كروية الارض ولم يتم ذلك الا فى النصف الثانى من القرن الحادى عشر من
الهجرة حين ادرك الرئيس ريشير هذا الاختلاف فى الذبذبة فى كايين بلدة
من الاميريكا الجنوبية فى الدرجة الخامسة من العرض لما شاهد فيها ان
بعض البنادل يضرب ثوانى فى ازمنة اطول من ازمنة الثوانى التى بباريز
فاضطر الى تقصيرها بخو خط وربع حتى استقامت له الذبذبة الستينية وقد
ظن اولا ان زيادة حرارة كايين هى السبب فى هذا الفرق ثم علم سريعا
بالحساب ان اختلاف درجة الحرارة لا يسبب فى البندول تمددا مثل هذا
ينشأ عنه هذا الفرق فى ذبذبة البنادل ولما احتاج الامر الى البحث عن
سبب هذا الفرق ارتحل لذلك الامر جماعات الى اقاليم عديدة واخذوا ذلك
فلما راوا انهم كلما قربوا من احدا القطبين قصرت مدة الذبذبة فلزمهم الجزم
بان السبب فى ذلك اقرب من مركز الارض وبان محورها القطبى لكون كرتها
مفرطحة من ناحية القطبين اقل طولا بالنسبة للمركز من محورها الاستوائى
بالنسبة اليه ايضا وفى الحقيقة المقدار الذى يزيد به المحور الاستوائى عن
القطبى واحد من ثلثمائة وثمانية وهو بالفراسخ اربعة وسبعة
اعشار تقريبا وبالمتر عشرون الفا وستمائة وستون من شعاع المحور الاستوائى
لان شعاع هذا المحور بالمتر ستة ملايين وثلاثمائة وستة وسبعون الفا
وتسعمائة واربعة وثمانون وبالفراسخ الف واربعمائة واربعة وثلاثون
فرسخا واربعة اخماس فرسخ واما شعاع المحور القطبى فهو بالمتر ستة ملايين
وثلاثمائة وستة وخمسون الفا وثلاثمائة واربعة وعشرون وبالفراسخ الف
واربعمائة وثلاثون فرسخا وعشر فرسخ * وقد جاب جميع كرة الارض مع
اختلاف اجزائها طولا وعرضا ما عدا قطبيها كثير من الناس فلم يمكنهم
الوصول اليهما لكثرة الجليد المانع لهم ادائما فوجد من اخذ احوال
البندول من السواحين ان ذبذبته فى جميع الاماكن التى تحت خط الاستواء

دائما تكون في مدد مستوية فلو سار احد من عرض معين في جهة المشرق لوجدان ذبذبة البندول دائما مستوية متى كان خط السير في بعد واحد من القطبين وهذا مما يثبت ان سير السواح كان في بعد واحد من مركز الكرة فان قرب خط السير من احد القطبين حصل الفرق في الذبذبة من اى ناحية كان التوجه ولولا ان الارض كروية لما كان ذلك بل لو كانت مسطحة لوجب ان ما يحال يكون تذبذب البندول فيها سريعا جدا وبحال يكون بطيئا جدا وهذا لم يشاهد ابدا ويكفي استصحاب بندول واحد لاستيعاب كرة الارض وهذا البندول يكون ساقا من معدن يعلق فيه جسم ثقيل وهذا ولم يزالوا يتعجبون من استقرار الاجسام على الوجه السفلي من كرة الارض مع كون تلك الاجسام غير مثبتة عليه بشيء مع انهم لو عرفوا ان كتلة الحيوان صغيرة جدا بالنسبة لجرم الارض الذي شعاعه المتوسط اعني الذي في الخامسة والاربعين من درجات العرض الشمالي ثمانمائة واثنان وثلاثون فرسخا او ستة ملايين وثلاثمائة وستة وستين الفا وسبعمائة وخمسة واربعين من المتر وعرفوا مقدار عظم جذب الجرم للاجسام ولو كبرت كالقوا ما مها كبرت لما تعجبوا من شيء واليوم في بلاد الاورباء لا يعول على من يقول بان الارض مسطحة

الباب السادس في الايدروستاتيك اى موازنة السائلات

الايدروستاتيك فرع من العلم الطبيعي يبحث فيه عن موازنة السائلات وضغطها على جدران الاوعية الحاوية لها وعن الكيفية التي تكون بها الاجسام الصلبة عند غوصها فيها او اعلم ان شوامخ الجبال بالنسبة لجرم الارض كذرات صغيرة او حبات رمل على كرة شعاعها متر واحد كما ان عميق البحار بالنسبة لها يشابه تجاويف صغيرة مملوءة ماء ولذلك قيل ان سطح الارض منتظم ولا يقدح هذا في عدم انتظامه بالنسبة للمشاهدات الطبيعية فقد قالوا ان جذب الارض كاف في ضبط المياه على سطحها ولم يلتفتوا لحركتها

الاستدارية التى من المغرب الى المشرق ولا الى كون القوة الطاردة المركزية الناتجة من هذه الحركة دائما تجتهد فى تبعيد الاجسام عن سطحها بل قد قيل ان الحركة المذكورة هى السبب فى تجمع المياه فى الثلث الاوسط من الكرة وفى هذا الباب ثمانية فصول

الفصل الاول فى ضغط السائلات

قد سبق ان الاجسام الصلبة من حيث ان الاجزاء فيها ملتصقة ببعضها يكون ثقلها كاملا معا وان السوائل من حيث ان الاجزاء فيها متحركة بعضها على بعض يكون ثقل كل منها على حدته وحينئذ فقط قعر الاناء الحاوى للسائل لا يضغط على كل منها الاعمود السائل القائم عليه كما ظهر وذلك بالجهاز المرسوم فى الشكل (٥٨) فان حرف آ فيه وعاء اسطوانى من زجاج مثبت فى قعره حلقة من نحاس د وعلى فمه رافعة س س فيها قضيب نازل الى الاناء فيه معلق بسدادة ه مدهونة بالشحم توضع فى الحلقة وضعا شديدا كالتزاق فى باطنه وادنى شيء على الحلقة انبوبة من زجاج قطرها كقطر الحلقة وعلوها داخل الدم الاناء وراجعة س س المرتكزة على نقطة ص حامل فى ذراعها الخارج كفة ميزان ت فبعد ان تركب الانبوبة على الحلقة التى فيها السدادة المذكورة تملا الانبوبة ماء ويوضع فى كفة الميزان صنج كافية لرفع السدادة وعمود ماء الانبوبة ثم تزال الانبوبة وترد السدادة كما كانت وتسند الرافعة كما ينبغى ويملأ الاناء كله ماء ثم تترك الرافعة فتنزل الكفة وترفع الصنج السدادة بقوة كما رفعت اولا حين كانت فى الحلقة فيعلم من ذلك ان سطح السدادة العلوى لا يرفع فى كلتا الحالتين الا كتلة واحدة من الماء هى كتلة تساوى قاعدتها قطر السدادة فيعلم من ذلك ان سطح الاناء المملوء ماء لا يكون مضغوطا الا بعمود من الماء معادل له فاذا جدت كتلة الماء الاسطوانية التزم المكبس ان يرفع الكتلة كلها عند صعوده ومن هذه الكيفية المعدة لضغط السوائل يتبين ايضا ان السوائل تضغط على جدران الاناء المنحصرة فيه بخلاف

الجوامد فانها لاتنقل الاعلى قعر الآنية اذ من المعلوم انه لو ثقب برميل مملوء
ماء من جانبه لسال الماء من ذلك الثقب فتحصل مما ذكر ان ضغط السوائل
على قعر الاناءين المرسومين فى الشكلين (٥٩) والشكل (٦٠) واحد من
حيث انهما متساويان فى القعر والامتداد وعلو السائل وان الجدران المنحرفة
للاناء المرسوم فى الشكل (٦٠) لا تحمل فى كل نقطة من امتدادها الا عمودا
من السائل القائم على تلك النقطة وان الضغط على قعر ا ب من الاناء المرسوم
فى الشكل (٦١) يكون مماثلا للضغط على ا ب من الاناءين المرسومين
فى (٥٩) و (٦٠) وبيان ذلك ان الضغط الذى على هـ هـ مماثل لضغط عمود
الماء الموافق لانبوبة ص فى القطر والعلو الذى هو هـ هـ د س ويوجد
ايضا على جزء هـ ر ضغط محصور بالخط المرسوم من النقط ر ف س ر ضغط
على هـ هـ ص ر د لان العمود الصغير للسائل الذى هو ط ر ت هـ من
حيث انه متصل بالسائل يجتهد فى الارتفاع بسبب ضغط العمود المجاور له
بقوة تساوى ما زاد بها المجاور الذى هو ن ت ص د وحينئذ فضغط
العمود الصغير الذى هو ت هـ ر ط على الجزء العلوى من الاناء بل هذه القوة
والاناء يقاوم ارتفاع العمود بالقوة نفسها وضغط العمود الصغير مماثل
لضغط عمود هـ هـ ص د وحينئذ فقعر هـ ر يتحمل ضغطا مساويا لضغط
هـ هـ س د على نقطة هـ هـ ويحصل نظير هذا على جزء من اجزاء القعر العلوى
للاناء لان فيه من كل محل ضغطا جانبيا ومثل هذا يقال فى الاناءين المرسومين
فى الشكلين (٦٢) و (٦٣) ويزاد على ذلك نه اذ زيد فى ارتفاع عمود ص
د هـ هـ يزداد الضغط على المربع لسفلى له ويمكن ان يتفزر برميل مملوء ماء
كالمرسوم فى الشكل (٦٣) من وضع بعض كيلوجرام من الماء زيادة عما فيه
بواسطة قصبة رفيعة د توفى لو ثبتنا شكا على سطح ن بارزة عنه بعض
ميتر لانه يحصل ضغط عظيم خارج عن الحد مع كون الامية المرتفعة من الماء
قليلة جدا حتى انها لا تعتبر لقلتها ومما سبق تنتج القاعدة الآتية لمعرفة مقدار
انواع هذا الضغط وهى ان الاسطحة الافقية تضغط بالسوائل وقية لا انضغاطا

الذى يكون على حسب ضرب امتدادها فى ارتفاع عمود السائل

الفصل الثانى فى موازنة السائلات

متى وضع سائل فى اناء اواوانى مستطرقة لبعضها توازنت اجزاؤه فيأخذه ارتفاعا واحدا فى جميع اجزاء ما وضع فيه بمعنى ان سطحه يكون مستويا فى جميعها وهذا مما يدل على ان اجزاء الدقيقة تزاحم بعضها بعضا من كل جهة على نسق واحد وهذا هو المعبر عنه بمساواة الضغط واسطحة السوائل لا تكون افقية الا فى سعة صغيرة الاقطار اما غدر ومياه الابحر التى هى مضبوطة بجذب الارض لها فمحدبة السطح ككرة الارض لكون الجذب انما يكون على حسب اشعة الكرة ولذا ينتهى الى مركزها ويستدل على تحدب سطح السوائل بانه متى ظهرت سفينة من بعد فاول ما ينظر منها اطراف صواريها ثم جسمها شيأ فشيأ فانه خالى للامواج خارج من بطن الماء شيأ فشيأ فلو كان سطح البحر غير محدب لنظرت السفينة بتمامها وكانت مشاهدة قاعدتها اسهل من مشاهدة صواريها الرفيعة العالية ومن حيث ان اجزاء السائل تضغط من كل جهة وتضغط على جدران الاناء من كل جهة ايضا اعنى من وسطه واعاليه وجوانبه كان هذا الضغط موازنا العمود سيال قاعدته مركز الجدارن ورأسه السطح العالى للسائل فالاناء المرسوم فى الشكل (٦٤) المجعول صورته أ اذا ملىء من الماء الى و و وملئت ايضا انبوبة ا ب ت كان العمود من الماء المنحصر فى الانبوبة ضاغطا على جدران ت بقوة تساوى ارتفاع ب ا ويمكن تصوير السائل منفصلا الى جملة عمد كذلك ومن ذلك يعلم الضغط الذى تحملته الجدران ولو كان الاناء مركبا من جملة اوان مستطرقة لبعضها لتساوى فى جميعها سطح السائل المنسكب فى واحد منها وتفرض كانها كلها مفتوحة من قاعدتها موضوعة فى الماء كما فى الشكل (٦٥) فان انابيب ا ب ت ث فيه مستطرقة لبعضها وارتفاع السائل فيها واحد ولو اختلفت فى السعة والشكل فان كان مع الاسطوانات انبوبة قصيرة بحيث لا تساوى بقيتها

يطلع منها السائل لانه دائما يجتهد فى مساواة سطحه فيها لسطح ما فى الانابيب
الاخر وان لم يمكنه ذلك فلو كانت قصبة الانبوبة القصيرة ضيقة جدا كالنقابة
المرسوم عليها ج فى الشكل المذكور لانبثق منها الماء الى [illegible]
من الناعورة الى نقطة م وهذه الكيفية هى التى تكون فى نافورات [illegible]
ونحوها المعروفة بمصر فانها [illegible] المستودع ماء يكون اعلاه من المحل
الذى يراد انبثاق الماء منه ولابد ان تكون [illegible] الماسورة
ضيقة حتى يكون محلها [illegible] الضغط الماء ويكون انبثاق الماء [illegible] وهذا
هو الذى يحصل فى المياه النابعة من تفجر عيون الارض بعد حفرها [illegible]
ما يوجد فى اخر [illegible] طبقة [illegible] اوارض صلبة [illegible]
تنفجر وقد شوهد انبثاق الماء حتى فى رؤس الجبال [illegible]
المياه تأتى فى قنوات خفية من جبال اعلى من هذه سواء كانت قريبة او بعيدة
ويوجد فى هذه الجبال مستودعات لتلك المياه ولو وضع فى انبوبة [illegible]
كالمرسومة فى الشكل (٦٦) زئبق من جهة [illegible] وارتفع [illegible]
قدر ستى ميتر لزم لذلك ان يوضع فى فرع م ثلاثة عشر سنتى ميتر ونصف
من الماء والحكمة فى ذلك ان الزئبق اثقل من الماء بثلاث عشرة مرة ونصف
والسوائل المختلفة التى لا تمتزج ببعضها كالزئبق والماء والزيت اذا وضعت
فى اناء واحد [illegible] كل منها على حسب ثقلها [illegible]
على حسب كثافتها فيكون اسفلها فى هذا المثال الزئبق وفوقه الماء والزيت
آخرها

الفصل الثالث فى ضغط الجو على السوائل

كان ضغط [illegible] المياه [illegible]
[illegible] قل [illegible] فى [illegible]
الضغط وقوته فى آن واحد وذهب ان بعض [illegible]
الاكبر اى الحاكم الاعظم فى [illegible]

بجهاز الصعود الماء ستين قدما وبذلوا غاية جهدهم في احكام المكابس التي اساطينها الطرنبات فلم يمكنهم ان يصعدوه اكثر من اثنين وثلاثين قدما فلما سألوا الماهر غليليه عن ذلك فبهت ولم يلهم الجواب سريعا ثم قال لهم اما تعلمون ان الطبيعة تكره الفراغ الى اثنين وثلاثين قدما ومن حيث انه عرف ان هذا الجواب اقناعي تأمل في ذلك مدة فعرف ان السبب الحقيقي ثقل هواء الجو ثم اثبت ذلك تلميذه توريشيلي باختراعه البارومتر اى ميزان ثقل الهواء فاخذ انبوبة طولها نحو اربعة اقدام وسد احد طرفيها سدا محكما ثم ملأها زئبقا ووضع اصبعه على الطرف المفتوح ونكسها ثم غمرها في اناء كبير مملوء من الزئبق فحصل فراغ في جزء من الانبوبة ثم بعد بعض ارتجاجات فعلها شاهد ان الباقي من الزئبق عامود علوه ثمانية وعشرون قيراطا وهو يساوي عامودا من الماء مماثلا له في القطر علوه اثنان وثلاثون قدما فعلم انه لا سبب لهذا العامود الباقي في الانبوبة الا ضغط الجو على الزئبق وقد اعاد المعلم باسكال في بلاد فرانسا تجربة توريشيلي المذكور وبين ان عامود الزئبق كلما رفع على جبل عال نقص ارتفاع ذلك العامود في الانبوبة وكلما نزل الى السهل عاد العامود الى ارتفاع وقد ثبت لدينا الآن بجملة تجريبيات رأيناها عيانا ان الهواء هو الضاغط على الاجسام غير ان ضغطه يختلف باختلاف الجو بارتفاع الاماكن وانخفاضها والذي يبين هذا الاختلاف هو البارومتر فعلو عامود زئبق البارومتر يكون في الضغط اللائق اعني في حالة استقامة الهواء ثمانية وعشرين قيراطا وهي ستة وسبعون سنتي ميتر والفراغ الكائن اعلاه يسمى الفراغ البارومتري اى الفراغ التام وكيفية عمل البارومتران تؤخذ انبوبة متينة من زجاج قطرها من اربع الى خمس من ميلي ميترا اعني خطين او خطين وكسر ويسد احد طرفيها سدا محكما ثم يملأ ثلثاها زئبقا قد اجيد غليه حتى لم يبق فيه شيء من الماء والهواء اللذين يمكن ان يكونا في خلاله ولزيادة اتقان العمل ينبغي ان يمر بالانبوبة على جمر الفحم حتى يغلي الزئبق ثانيا شيأ فشيأ ثم تترك الانبوبة حتى تبرد ثم توضع فيها كمية جديدة من

الزئبق لانها ان لم تبرد انكسرت بمجرد وضع الزئبق البارد فيها ثم تغلى مرات حتى تغتلى وهذه الاحتراسات لابد منها لئلا يدخل في فراغ البارومتر شئ من الهواء او بخار الماء ويضغط على عمود الزئبق ثم تقلب الانبوبة باحتراس وانتباه في حوض فيه زئبق مغلى ايضا فاذا امليت الانبوبة بسرعة وذهب الزئبق قارعا لقمة الانبوبة كان فراغ البارومتر تاما فاذا جهزت الانبوبة كما ذكر لم يبق على الصانع الا ان يثبتها بكيفية بها تقدير اختلافات درجات ضغط الجو

الفصل الرابع في البارومتر

هو انواع منها ذو الطست ومنها المعتاد ومنها بارومتر نما بالموسالة وغير ذلك فذو الطست يكون من اناء يوضع فيه زئبق بعد غليه ثم توضع فيه انبوبة الزئبق مقلوبة مع الاحتراز عن نفوذ الهواء فيها والغالب ان يكون شكل الاناء كالطست كما هو مرسوم في الشكل (٦٧) في محل ط انسهل تغطيته ثم يغطى بقطعة من جلد الاروى وتربط عليه ربطا جيدا تمنع نضح الزئبق ولا تمنع ضغط الجو على سطحه المرسوم عليه ه ويثبت ذلك كله على لوح متين من خشب محفور بقناة تمتد فيها الانبوبة لتكون تلك القناة وقاية لها او تجعل وقاية الطست شبكة من نحاس ويجعل على الجانب المرسوم عليه و صفيحة من نحاس مموه بالفضة مرسوم عليها قراريط منقسمة الى خطوط او مرسوم عليها بدل ذلك كسور الميتر او القراريط المنقسمة للخطوط من جانب وكسور الميتر من آخر ليدل كل من ذلك على درجات الارتفاع والانخفاض لعمود الزئبق عند تغير الجو

والبارومتر المسمى بالمعتاد وبذى المصر وهو المرسوم في الشكل (٦٨) له مصرفى مرسوم في اعلى الشعبة الطويلة للانبوبة يدل على ارتفاع الزئبق واما المصفر ه فمرسوم في الشعبة القصيرة عند منتهى ارتفاع الزئبق وفي هذا البارومتر كالذى قبله عيب هو عدم سهولة نقلهما لانهما اذا امليا انفذ

والهوية في الشعبة الكبيرة وقد تدارك هذا العيب المعلم فورتين بتسهيل نقلهما بسد الانبوبة كلها وجعلها في لفافة من نحاس مشقوقة طولا ليشاهد الزئبق من خلال الشق وجعل لذلك طشتا اسطوانيا قعره و في الشكل (٦٩) يرفع وينخفض على حسب الحاجة بواسطة برمة م فبهذه البرمة يرتفع الزئبق الى ت فيملأ الانبوبة كلها ويطرد جميع هواء الطشت ويسد الزئبق بجلدة الاروى فبذلك يتمكن من ميل البارومتر ونقله بدون حصول ضرر وهناك ساق صغير من عاج مرسوم عليه ر يدل على سطح الزئبق * واجود من هذين النوعين وهو الاخف والاسهل في النقل ايضا بارومتر المعلم غاي لوساك المرسوم في الشكل (٧٠) وهو انبوبة بجزأها آ و ب متماثلان في الحجم والقطر وبجزء ث الواصل بينهما الادق منهما وقطره بجزء ان من ميللي ميتر اعنى من نصف خط الى خط وهو نهاية ما يكون في الدقة وهذا الجزء ملتحم بجزءى ا ب وبعد وضع الزئبق بالطريقة المذكورة يسد الطرف القصير بمصباح نقاش مع الاحتراز عن نفوذ زيت المصباح الى باطنها ثم تفتح فتحة ه في اقصر الطرفين قبل نهايته بنحو اثنين او ثلاثة من السينتي ميتر ولابد في هذه الفتحة من ان تكون شعرية حتى يتمكن بها الهواء من النفوذ والضغط على الزئبق ومنعه من الفرار ومن حيث ان ثقب جزء ث ضيق جدا فلا يتمكن عمود الزئبق من ان ينقطع بل يبقى متصلا ولا الهواء المنحصر في جزء ب من النفوذ في فراغ البارومتر ودرجات البارومتر اما مرسومة على مسطرة في جانب الانبوبة او على مسطرتين واحدة للجزء العلوى آ وواحدة للجزء السفلى ب او على الانبوبة نفسها كذلك ويعرف تغير الجو بتضعيف فرق الدرجات فيما اذا كانت على مسطرة واحدة وبجمعه فيما اذا كانت على مسطرتين والحاصل من التضعيف او الجمع هو مقدار ثقل الهواء ويمكن تثبيت بارومتر غاي لوساك في علبة طويلة وكثيرا ما يجعل في وقت الاسفار في قصبة طويلة من صفيح مشقوقة بالطول لتشاهد تغيرات عمود الزئبق من خلال الشق ثم تجعل تلك القصبة في قصبة طويلة من حديد ثخين او نحاس *

والبارومتر ذو وجه الساعة المرسوم فى الشكل (٧١) الآ معدة لتغيرات الجو القريبة كالمطر والصحو وغير ذلك ففى هذا البارومتر يوجد على سطح ء د الزئبق الذى فى الشعبة القصيرة ب جسم صغير مستند على هذا السطح او زنة طافئة مربوطة بخيط من الحرير يمر على بكرة صغيرة د سهلة الحركة جدا ملتف عليها مرتين وفى الطرف الثانى للخيط زنة اخرى ث مماثلة للاولى معدة لحفظ الخيط فى حالة التوتر ولا يطال بجزء عظيم من ثقل الزنة الطافئة فمتى صعد الزئبق او نزل فى الانبوبة صاحبته الزنة فتحرك البكرة وفى المحور عقرب ساعة خفيف تابع لحركاتها يدور على وجه الساعة ليدل على ارتفاع درجات البارومتر المرسومة على ذلك الوجه وهذه الدرجات هى الدالة على ما يستقبل من المطر او المؤتفكات او اليبوسة وغير ذلك وهذه الآلة كثيرا ما توضع فى بلاد الاوربا فى القياعات والمقاعد للزينة وفيها شئ ينبغى التنبيه له وهو ان كلا من الاحتكاك واختلاف حركة العقرب بالنظر لوضعه يتسبب بعض خلل فى الدلالة فكلما اخذ الجو فى الصحو زادت كثافة الهواء والثقل على البارومتر فيصعد الزئبق فى الشعبة الكبيرة للانبوبة لان اكثر ثقل الهواء على الشعبة القصيرة فتنجذب الزنة الطافئة الى الاسفل فتدير بثقلها البكرة والبكرة تدير العقرب الى اعلا وكلما اخذ الجو فى التغير وقرب سقوط الامطار او ظهور المؤتفكات كانت الحركة بعكس ذلك وقد يحصل اختلاف فى درجات البارومتر بغتة وذلك اذا كان فوق البحار قريب ظهور العواصف واعتدال الهواء يكون على الشواطئ فى اوقات السكون فيكون البارومتر ثمانية وعشرين قيراطا اعنى ستة وسبعين سنتى ميتر واذا صعد بالبارومتر على الجبال كان انخفاض الزئبق ميللى ميترا واحدا لكل عشرة امتار وخمسة اعشار ميتر من العلو المقطوع بالصعود فى عمود هواء مماثل له فى المقدار لكون الهواء اخف من الزئبق بعشرة آلاف وخمسمائة مرة واذا انخفض به من الجبال المرتفعة جدا كان لكل واحد من ميللى ميتر من الانخفاض اكثر من عشرة امتار وخمسة اعشار وكلما ارتفع عن سطح الارض ازداد وهذا مما يدل

على

علم ان كثافة الهواء تنقص كلما ارتقى فى الجو وحيث ذكرنا ان ضغط الهواء يعادل
ستة وسبعين سنتى ميتر من الزئبق فمن الواضح ان الهواء يثقل على الكرة بمثل
ما يحصل من طبقة زئبق سمكها ستة وسبعون سنتى ميتر فالان يمكن ان يعلم
بالحساب مقدار ثقل سمك تلك الطبقة على الارض لانه قد علم ان كل ديسى
ميتر مكعب من الزئبق يقرب ثقله من ثلاثة عشر كيلوا جرام وخمسة اعشار
فينتج من الحساب هذا الرقم ٨٦٥٩٤٤٥٦٠٠٤٧٩٥٦٣٦ اعنى ستة
وثمانين كاتر يليون وتسعمائة واربعة وتسعين تريليون واربعمائة وستة
وخمسين بليونا واربعة ملايين وسبعمائة وخمسة وتسعين الفا وستمائة وستة
وثلاثين ميريا جرام اى احادا كل واحد منها عشرة الاف جرام وهذا مقدار زنة
الهواء فيلزم لاجل تحصيل هذا الجمع ان يضرب هذا الرقم فى عشرة الاف
ثم يضرب الحاصل فى الف وبواسطة الالة البسيطة التى هى انبوبة توريشللى
يقف الانسان على حقيقة جميع ثقل الجو ويعرف ضغط الجو الحاصل على اى
سطح كان ومن حيث ان الهواء يضغط على الانسان من كل جهة من الجهات
الست وان مساحة الجسم البشرى المتوسط القامة اربعة عشر قدما مربعا
تسهل معرفة مقدار ضغط الهواء وثقله عليه وهو ١٦٠٠٠ كيلوا جرام تقريبا
اعنى من اثنين وثلاثين الف رطل الى ثلاثة وثلاثين كل رطل ست عشرة اوقية
وسبب عدم الاحساس بهذا الثقل كون الهواء ضاغطا من جميع الجهات
وبسبب وجود نواميس الاستاتيك اى الموازنة كان ذلك الضغط معتدلا
فى الظاهر والباطن فلا يوجد جزء من الجسم الا وهو مضغوط من جميع اسطحته
ومن حيث ان انواع الغازات المنتشرة فى الجسم والسوائل السارية فى كل جهة
منه قليلة القبول للانضغاط جدا كان ذلك سببا لمقاومة كافية توجب هذه
الموازنة والضغط الذى تتحمله الاسماك فى البحر سيما الساكنة فى الاغوار
العميقة منه كالتى تبلغ مئات او الوفا من الاقدام ازيد من ذلك بكثير فتحملها
لهذا الثقل اغرب وذلك لان ثقل كل جو يعادل اثنين وثلاثين قدما من الماء
ومن تلك الاسماك ما يتحمل ثقل ثلاثين او اربعين جوا من غير مشقة مع انا

لا تحتمل الا ثقل جو واحد والانسان اذا تغيرت عليه الاحوال الجوية المعتادة
بان صعد على جبل شامخ او ارتفع بواسطة قبة الهواء استشعر بتناقص ثقل الهواء
عليه فيتواتر النفس منه ويحصل له مشقة تختلف في الشدة والضعف على حسب
الارتفاع الذي وصل اليه وهذا الامر بعينه يحصل في الحيوانات التي
توضع تحت [illegible] فلما يحصل الفراغ اخذ الحيوان
في الانتفاخ لزوال الموازنة بين ظاهره وباطنه

الفصل الخامس في المص

هو انبوبة منحنية على زاوية منفرجة او قوسية [illegible] ان
متوازيتان كالمرسوم في الشكل (٧٢) ولا بد ان تكون احدى الشعبتين
اقصر من الاخرى ويستعمل لاستفراغ السوائل من الاواني بدون ان يحصل
في السوائل تحرك واضطراب [illegible] للتصفية [illegible] وعمليته مؤسسة على
الضغط الجوي فاذا اريد استفراغ السائل [illegible] غمرت الشعبة القصيرة [illegible]
في السائل ثم يمتص هواء الانبوبة من الشعبة الطويلة [illegible]
من السائل ويسيل من نقطة س ويستمر سائلا ما دامت الشعبة القصيرة
في السائل فسبب صعود السائل في الانبوبة هو ضغط الهواء [illegible]
ان [illegible]
ضغط ذلك الجو عليه [illegible] نقطة [illegible] السائل [illegible]
من الطرف الطويل [illegible] يحصل جذب
الهواء من المص لان الهواء [illegible]
متساويتين [illegible] شعبة [illegible]
عمود الهواء ج د [illegible] على د [illegible]
على ح فيتوازنان [illegible] ل ح [illegible]
كان العمود الظاهر للسائل الطول [illegible]
الهواء فيسيل السائل لان ضغط عمود الهواء ج د [illegible]

وما زاد به من د الى س لم يكن هنا العمود سائل مماثل له حتى يضغط عليه فبالضرورة يسقط السائل وما دامت الانبوبة علوءة لا ينقطع السيلان فعلم مما ذكر فى الفصل قبله ان الشعبة القصيرة للمص لو كانت اطول من اثنين وثلاثين قدما لا تنفع لاستفراغ الماء ومهما كانت اشكال الممصات فالعلة النظرية فى كيفية الفعل واحدة وقد ادخلوا فى المص ذى الانبوبة البسيطة بعض اشياء فى الاستعمالات الكيماوية لئلا تلامس السوائل الرديئة اجزاء الفم او تصل الابخرة الرديئة الى الرئة

الفصل السادس فى موازنة الاجسام الصلبة اذا غمرت فى السائلات

حيث علم مما مر ان جميع اجزاء السائل متوازنة ومتساوية فى ضغط بعضها البعض يعلم انه اذا غمر فى سائل جسم صلب لا يكون اثقل منه وقف ذلك الجسم فى الموازنة فى اى شكل كان من السائل حتى يصير كانه جزء من كتلة السائل لكن مساواة الصلب للسائل نادرة بل الغالب انه اما اخف او اثقل وعلى كل فلابد من معرفة امرين الاول انه كلما كبر حجم الاجسام الصلبة المتساوية فى الوزن كان الفقد من زنتها بغمرها فى السائل اكثر الثانى انه كلما كان السائل اكثف كان الفقد من زنة الجسم المغمور فيه اكثر غير ان الجزء المفقود من الزنة يكون مساويا للجزء الزائد من حجم السائل بيان ذلك انا لو فرضنا اسطوانة من نحاس كالمرسوم عليها ه فى الشكل (٧٣) معلقة بشعرة تحت كفة الميزان المرسوم فى ذلك الشكل واسطوانة اخرى م مجوفة بقدر ما يسع اسطوانة ه ووضعت وزنات فى كفة ن لتتوازن الاسطوانتين ثم ملئ اناء د ماء وغمرت فيه اسطوانة ه لرجحت كفة ن وفقدت الموازنة فيحتاج لرجوع الموازنة ثانيا ان تملئ اسطوانة م ماء بان يضاف الى الماء حجم مساو لحجم اسطوانة ه فيفقد من زنة تلك الاسطوانة التى هى مغمورة فى الماء مقدار حجم مماثل لها من الماء فانه اذا وضع حجم الماء المذكور فى اسطوانة م حصلت الموازنة فيكون جزء الوزنة الذى بقى مغمورا فى الماء هو الفرق الذى بين ثقله

وبين حجم من الماء مماثل لحجمه وايضا فمن المعلوم ان الانسان يسهل رفعه فى الماء اكثر منه فى الهواء وذلك لانه فى الماء يفقد من زنته ما يوازن حجم ماء معادل لجسمه والفرق الذى بين ثقل جسمه وثقل حجم الماء المعادل له يكون واهيا جدا ولذا كان ادنى قوة تقدر تغرقه واعلم ان سرعة سقوط الجسم فى السائل تكون على حسب زيادة كثافة الجسم عن كثافة السائل فاذا كان الجسم اخف من حجم الماء المماثل له طفا منه جزء على سطح الماء والجزء المغمور فى الماء يزيح حجم ماء اذا وزن يعادل الجسم كله بيان ذلك ان الاناء المرسوم فى الشكل (٧٤) له انبوبة س وحنفية د فاذا صب فى هذا الاناء ماء وعلمت نقطة سطحه فى انبوبة س ثم وضع فى ماء الاناء ب كرة من خشب او نحوها طفا منها جزء على سطح الماء وارتفع الماء لانه سكب عليه ماء مساو لحجم الجزء المغمور فاذا استفرغ الماء من الحنفية س حتى عاد سطحه لنقطته التى كان عليها قبل غمر الكرة فيه لحصل مقدار من الماء مساو لحجم الجزء المغمور من الكرة بحيث لو وزن مع الكرة لتعادلا ويحصل مثل ذلك فى جميع الاجسام الطافية

الفصل السابع فى الاريوميتر اى مقياس ثقل السائلات

هو اسم آلة لطافئة معدة لبيان كثافة السائلات التى نعرفها وهذا الاسم اصله يونانى مركب من كلمتين معناهما مقياس الخفة [illegible] الالة كان اولا لمعرفة مقدار خفة السائلات التى هى اخف من الماء ثم درج بها الاستعمال حتى صار يعرف بها كثافة السائلات التى هى اثقل من الماء وهى على انواع اولها الاريوميتر المعتاد المرسوم فى الشكل (٧٥) وهو انبوبة الغالب ان تكون من زجاج تنتهى بنفاختين صغراهما ب تحتوى على جسم ثقيل كزئبق او حبات من رصاص كالرش تجعل كالصابورة للسفينة ليصير مركز ثقله انزل ما يكون وليكون انتصابه فى السائل عموديا وثقل هذه الصابورة تكون على حسب ما يراد من وضع الصفر [illegible] وكلما كان السائل اخف كان غطوس الاريوميتر فيه اكثر * ثانيها اريوميتر فاهرنهيت

المسمى بالاريوميتر العام اوذى الجم المستمر ويصنع من زجاج اومعدن وشكله كالمرسوم فى الشكل (٧٦) فنقطة ح تجويف واسع بقدر الكفاية و د علو زئبقا هو الصابورة و س ساق رفيع مرسوم عليه خط بالمينا يسمى ذلك الخط نقطة الغطوس الثابتة و ب كفة لوضع الاوزان وينبغى ان يكون وزن الالة بحيث لا يمكنها الغطوس به وحده فى السائل كما ينبغى ان يكون محدودا بالاتقان الكلى مع كتابة ذلك الوزن عليها وكيفية استعمال هذه الالة ان توضع فى الماء المقطر ويوضع فى الكفة صنج كافية لان تغطس بها فى السائل الى نقطة س فقط وهذا هو المسمى بالتهفهف وهذه الصنج مع الاوزان المعروفة للالة يدلان على الزنة الصحيحة لجم من الماء يساوى حجم الالة فاذا غطس الاريوميتر فى سائل اخف من الماء كان الاحتياج للصنج لاجل حصول التهفهف اقل مما اذا كان السائل اثقل منه لكن فى كلتا الحالتين يكون حجم السائل المنزوى من وضع الالة واحدا لا يتغير وفروق الاوزان الموضوعة فى ب تدل على زنة الفرق النوعية للسائل لمقابلته بالماء المقطر فاذا كانت زنة الالة الغاطسة فى الماء مع زنة الصنج الاضافية الف قمحة ولزم لغطوسها فى حمض الكبريت الى نقطة س الف وثمانمائة قمحة ينال ان نسبة زنة حمض الكبريت لزنة الماء كنسبة الالف والثمانمائة الى الالف

تنبيه ينبغى الاجتهاد الكلى فى مساواة درجة حرارة السائلات المتقابلة لان الحرارة تمدد الاجسام فتتغير اوزانها النوعية على حجم معين وقد ادرك نيكولسون امكان استعمال الاريوميتر العام لتعيين الاوزان النوعية من الاجسام الصلبة فكان يعلق فى الطرف الاسفل من الاريوميتر الذى هو من صفر اوصفيح سطلا صغيرا مثقبا من فضة شكله ت ويضع ذلك السطل كما فى الشكل (٧٧) ان كان الجسم الموزون اثقل من الماء اى فتكون علاقة السطل من الاعلا اوكما فى الشكل (٧٨) اذا كان اخف من الماء اى فتكون العلاقة من اسفل والصابورة على كل فى منتفخ د فاذا اريد تعيين الزنة النوعية للماس مثلا رعرضنا ان الماء المقطر فى الدرجة الرابعة فوق الصفر وان الزنة اللازمة

التوقف الالة خمسة وعشرون ابراما نضع الماس فى كفة ب ونضيف له من الاوزان مايحصل به التوقف فاذا حصل من اضافة ٢٣,٨ من الابرام علم ان وزن الماس فى الهواء ١,٢ لانه حيث كانت ٢٥ ابراما هى زنة الالة والماس معا وزنة الالة منها ٢٣,٨ فالباقى لوزن الماس ١,٢ ويرسم هكذا ٢٣,٨ ـ ٢٥ = ١,٢ فهذه طريق معرفة زنته فى الهواء وطريق معرفة زنته بالنسبة للماء ان يوضع الماس المذكور فى السطل ويغطس الالة كلها فى الماء ويوضع فى الكفة من الاوزان مايحصل به التوقف ثانيا وذلك فى المسالة التى فرضناها ان نضع فى الكفة ٣٤ سنتى ابرام هى زنة الجسم الذى ازاغه الماس من الماء بوضعه فيه فاذا قسمت زنته فى الهواء على زنته فى الماء كان خارج القسمة هو زنته النوعية والخارج بعد القسمة فى هذا المثال ٣,٥٣ اعنى ثلاثة سنتى ابرام وثلاثة وخمسين ميلى ابرام وهى زنته النوعية ويرسم هكذا $\frac{١,٢}{٠,٣٤}$ = ٣,٥٣ وقد بلغت هذه الطريقة مبلغا عظيما من الاتقان حتى صار بها يمكن الوقوف على التفاوت فى ثلث عشر قمحة ولذا كانت كثيرا ماتستعمل فى بيان غش المعاملة لان زنتها النوعية دائما اقل من زنة الذهب والفضة الصرفين وينبغى ان يكون الاريوميتر نظيفا جدا ليبل الماء جميع اجزائه على حد سوا والاريوميتر ذو الساق او ذو الحجم المختلف هو السابق صورته فى الشكل (٧٥) وهو ام استعمالا واكثر راحة لانه لا يحتاج الى وزنات اضافية لكنه اقل انضباطا لانه من حيث انه عار من نقطة التوقف يقع فى حجم ماينزوى به من السوائل بعلومه بها اختلاف قابل كالذى بين درجة ودرجة اخرى ومع ذلك فيمكن تدريج الالة بالاتقان لتغطسها فى سوائل مختلفة الطبيعة متماثلة الحجم مع التعليم على درجة نقطة التى تحصل فيها التوقف لكل سائل وبهذه الطريقة تصنع مقاييس السوائل فالذى يؤخذ مبدأ للتدريج الاريوميتر ذى الساق اى لعمل درجه هو الماء المقطر وما تصنع بها مقياسا للسائلات الاثقل من الماء يجعل الصفر فيه من اعلى وما تصنع به السائلات الاخف يجعل من الاسفل ففى عمل المقياس الاول نغطس الالة فى الماء

يسل

يصل الماء بسبب ثقل الصابورة الى الجزء العلوى من الانتفاخ ولا يتجاوزه ثم يرسم على هذا الجزء ١٠ كما اتفقوا عليه ثم تغطس فى الالكول النقى حتى يحصل التهفهف ثم تقاس المسافة التى بين نقطة التهفهف والعشرة بالبركار وترسم على ورقة وتقسم تلك المسافة على الورقة ثلاثين درجة متساوية ثم تبرم الورقة وتوضع فى ساق الاريوميتر بحيث تكون نقطة التهفهف ونقطة العشرة اللتين فى الورقة مطابقتين للتين فى الساق ثم تسد الانبوبة بمصباح النقاش والمقياس الالكولى هذا ينفع اقياس جميع السائلات التى هى اخف من الماء وبعض المقاييس المذكورة يصنع بالايتير وبعضها ترسم نقطته السفلى على موجب تغطيسه فى الجنس الكبريتى المركز ونقطته العليا على موجب تغطيسه فى الماء المقطر ثم يقسم ما بين النقطتين ستا وستين درجة وهذا يسمى بحسب ما يستعمل فيه فاذا استعمل فى الحوامض سمى مقياس الحوامض وان استعمل فى السوائل سمى مقياس السوائل وهكذا وكثيرا ما يعمل مقياس بوميه لجميع السائلات فالذى للسوائل الاثقل من الماء يكون صفره من الاعلا والذى للسوائل الاخف يكون صفره من الاسفل وكيفية رسم درج الاول ان توضع الانبوبة مفتوحة فى الماء على حد احدى عشرة درجة فوق الصفر ثم يصب الزئبق الذى يراد عمله صابورة حتى تغطس الالة ويصل الماء الى اعلاها فهنا الذى يرسم الصفر ثم يسد عنق الانتفاخ الصغير لتحفظ الصابورة التى فيه ثم تغطس الالة فى سائل مكون من خمسة وثمانين جزءا من الماء وخمسة عشر من ملح العادة ويرسم فى محل التهفهف ١٥ ثم تقسم المسافة التى بين الصفر و ١٥ خمس عشرة درجة اقساما متساوية ثم يدرج باقى الانبوبة بدرجات متساوية لهذه الدرج ثم تسد الانبوبة من اعلاها وكيفية رسم درج الثانى ان توضع فيه الصابورة ليغطس الى راس المنتفخ الفارغ ويكون التغطيس فى سائل مكون من تسعين جزءا من الماء وعشرة من ملح العادة ويرسم الصفر فى نقطة التهفهف ثم يغمر فى الماء القراح ويرسم فى نقطة التهفهف ايضا ١٠ ثم يقسم ما بينهما عشر درج متساوية ثم يرسم باقى الانبوبة درجات

متساوية على حسب تلك الدرج

الفصل الثامن في موازنة السائلات في الانابيب الشعرية

قد ذكرنا ان السوائل المتجانسة انما تساوى سطوحها في الانابيب الواصلة
المستطرقة ببعضها اما اذا كانت دقيقة ولو مستطرقة لاناء واسع فلا لان
السائل يرتفع او ينخفض في الانابيب على حسب طبيعة تلك السائل على
ما يأتي وهذه الحالة تسمى بالظواهر الشعرية والمراد من انبوبة شعرية قطر
فراغ هذه الانابيب يكون رقيقا جدا كالشعرة فمتى غمرت تلك الانبوبة في ماء
اراك اول ومسكت منتصبة فيه مدة شوهد ارتفاع السائل فيها عن سطحه
الاصلي ومثل الانابيب الشعرية الصفائح المنطبقة على بعضها التي يكون بينها
خلو يسير كالشعرة سواء كانت من زجاج او غيره فانها اذا غمرت في السائل
ومسكت كما مر شوهد ارتفاع السائل فيما بينها واذا امعن النظر في رأس السائل
المرتفع في الانابيب شوهد فيه تقعير من الجهة العليا يسمى بالمينسك المقعر
هذا في السائل الذي يبل الانابيب اما السائل الذي لا يبلها كالزئبق والماء
اذا كانت اسطحة الصفائح مدهونة بالشحم فلا يرتفع فيها عن سطح كتلته
العامة بل ينخفض ويكون جزؤه العلوى محدبا ويسمى هذا بالمينسك المحدب
وكلما ضاق قطر الانابيب الشعرية زاد ارتفاع السائل او انخفاضه عن سطحه
العام ويقال في علة ذلك ان في السائل ميلا للانابيب وفي اجزائه قوة انجذاب
لبعضها ولا دخل لضغط الهواء هنا لان هذه الانجذابات تحصل في الفراغ
وقد ذكرنا ان في اجزاء السائل قوة تمنع تباعدها عن بعضها فاذا وضع لوح من
زجاج على الماء وكان معلقا بعاتق ميزان وكان في حالة توازن [illegible]
بالماء واحتاج فصله عنه لوضع ثقل في العاتق الآخر ولو دل ذلك [illegible]
ايضا والالتصاق المذكور لا يأتي من مجرد ميل السائل للزجاج وقوة الجذب
التي بين اجزاء السائل وبعضها والميل في ذلك اقوى بدليل انه دائما يبقى بعض
السائل ملتصقا بالزجاج وبدليل ان الصنج التي تلزم لفصل الزجاج عن السائل

اكثر من السائل الذى يلصق بسطح الزجاج بكثير ومن الواضح ان كثرة كمية
الوزنات الموضوعة فى عاتق الميزان وقلة السائل المعلق بسطح الزجاج يدلان
على الميل المذكور واعلم ان الزجاج مثال والا فالانابيب من اى مادة كانت
وسمك جدرانها مهما كان لا يغيران الظواهر الشعرية فى شئ نعم يظهر
ان الميل الذى بين السائل وبين الاجسام الصلبة التى لا تغتفر اجزاؤه فيها انما
يكون بين اسطحة الملامسة فقط والسبب فى تحدب المينسك الذى هو دائما
يصاحب نزول سطح عمود السائل وتقعره الذى هو دائما يصاحب ارتفاعه هو
كثرة او قلة ميل جدران الانابيب الشعرية للسائل والذى عرف من الاستقراء
انه متى كان جذب الجدران اكثر من نصف جذب اجزاء السائل الخفيفة لبعضها
ارتفع السائل فى طول الجدران وعلا بالضرورة عن وسط السطح الظاهر
للسائل فتكون قمة السائل مقعرة بخلاف ما اذا كان جذب الجدران اقل من
النصف فانه يستمر ارتفاع السائل عن وسط السطح الظاهر وتكون قمته
حينئذ محدبة وصعود السائل فى الانابيب وانخفاضه فيها يزيدان على حسب
ضيق ثقب الانابيب فلذا كان من المشاهدات الانبوبة التى يكون قطرها
ميللى ميتر ترفع السائل الى ثلاثين ميللى ميترا علا عن السطح الظاهر للسائل
وتحدث انخفاض الزئبق نحو ثلاثة عشر ميللى ميتر ومتى تغيرت حالة الميل
تغير منها هذا الفعل فاذا كان الزئبق فى انبوبة من ذهب نشأ عن ذلك مينيسك
مقعر واذا كان الماء فى انبوبة من زجاج مشحم نشأ عنه مينيسك محدب

الباب السابع فى الايدروديناميك والايدروليك

هما فرعان من علم الطبيعة الاول يعرف به نواميس حركة السائلات والثانى
يعرف به تطبيق تلك النواميس على الميكانيك اى الصنايع لتحصيل تحريك
الالات بتلك السوائل ولذا سميت الالات المتحركة بالسوائل بالالات
الايدروليكية والمقصود من احداث ضغط مستمر على السائل استيفاء منفعة
قوة تلك السائل بدوام جريانه اذ لو نقصت كمية السائل لنقصت قوة جريانه

ايضاً انه من المعلوم لكل احد انه اذا فتح ثقب فى وسط اناء كبير مملوء ماء انصب
اولا من الثقب بسرعة قوية ثم تتناقص تلك السرعة على حسب هبوط سطح
الماء فكلما نقصت قوة الضغط نقصت السرعة فيحتاج الى تحصيل ضغط مستمر
حتى تستمر قوة السرعة ووسائط ذلك ثلاثة اشياء الامتلاء المفرط وطافئة
ديبورلى وانامبريولد واما الاول وهو الامتلاء المفرط فيكون بالجهاز البسيط
المرسوم فى الشكل (٧٩) وهو يتركب من مستودع ح الممدد دائما بالماء
ومن رافعة س المعلق بها صمام يفتح ويقفل قصبة ت على حسب
الارادة وهذه القصبة توصل الماء الى مستودع صغير ب يصدر اليه الماء اولا قبل
سقوطه فى المستودع الكبير ص لئلا يضطرب بالسقوط فيشوش الانصباب
الحاصل من ه والماء المار من محل الصمام الى مستودع ح يلزم ان يكون قدر
ما ينصب من ه وما زاد عن ذلك يفيض من ثقب ف وحينئذ فيستمر علو
سطح الماء فى د ويقف هنالك * واما الثانى وهو طافئة ديبورلى المرسوم
صورتها فى الشكل (٨٠) فيتكون من حوض عظيم بجدرانه ا ب ت
ث وهو مربع منقسم بحاجزين الى ثلاثة اماكن د ذ ر وفى مكانى
د ر وعاءآن من نحاس رقيق ص ص مثبت كل منهما بثلاثة امرسة من
حديد ه ه ه فعندما ينضغط الماء المصرف د ر من الوعاءين يصعد ويعرف
س س من اعلى الحاجزين بالجهوالى لذلك الماء الذى هو الحافظ من حافتى
الحوض و و وكيفية الضغط المستمر على نسق واحد الحاصل من هذه الالة
ان الطافئتين ص ص يكبسان على السائل الذى فى المكانين د ر
فينبعث السائل من س الى المكان المتوسط ذ حتى يمتلئ امتلاء
متساويا ويبقى كذلك بدون ان يضطرب السائل الذى يفيض عندما يفتح
احدى الفتحات التى على اللوح المعلق ش ويدخل فى قمع ع المثبت
على قضيب من حديد ط ط ومنه ينزل فى مستودع ف ف المعلق
فى قضيب ط ط المعلق فى ساق من حديد ظ ظ المعلق فى ساق اخرى
عليا ق ق المعلق فيه الطافئتان المذكورتان فيجذبان كمية الماء

وبهذا التركيب ينصب الماء ويدخل فى مستودع ف ف فيثقل على القضيب المعلق للطافيتين فيجذبهما الى اسفل فيضغطان على الماء الذى فى ذر بقدر ما انصب فى مستودع ف ف وبهذه الطريقة يكون الضغط مستمرا على نسق واحد وذلك بسبب ان سطح الماء فى ذ علوه دائما واحد مادام السيال الذى فى د ر يمر من س ويدخل فى سكان ذ * واما الثالث الذى هو اناء مربوط المرسوم فى الشكل (٨١) فهو اناء مملوء ماء له انبوبة ا مملوءة ماء ايضا ترفع وتخفض بحسب الارادة لكونها تنزلق فى سداد فم الاناء ويمكن رفعها وخفضها عن سطح الفتحة الجانبية وفى هذه الفتحة انبوبة ضيقة جدا بحيث لا يتمكن الضغط الجوى عليها من فصل عمود السائل النازل منها ومتى نزل طرف الانبوبة الاسفل ن عن خط ب ت وانفتحت الانبوبة الصغيرة ت انصب منها السائل لان الضغط الجوى الذى على ت هو الضغط المعتاد والذى على باطن الاناء مكون منه ومن ضغط عمود السائل ن ث والسائل لا يزال منصبا حتى يتساوى الضغط الظاهر مع الضغط الباطن فتحصل الموازنة عندما ينزل السائل الذى فى ث الى نقطة ن وينقطع سيلانه متى انخفض سائل الانبوبة عن ث الى ن اعنى اذا ساوى ذلك السائل خط ت ب ولو كان الاناء ممتلئا وفتحتا ت ث مفتوحتين واذا صعد بطرف ن الى ناحية ط ارتفعت من ذلك الطرف فقاقيع هواء يتسبب عنها عود الانصباب فاذا تتابع هذا الصعود بسرعة صير الانصباب مستمرا لاحداثه ضغطا مستمرا على نسق واحد على قمة الاناء الباطنة وكلما رفع طرف ن زادت فقاقيع الهواء المارة وزادت سرعة الانصباب ايضا وكل ذلك يكون دائما على حالة واحدة لان ضغط الجو المؤثر فى ث باق على حاله لم يتغير والهواء لا يدخل فى قمة الاناء الباطنة الا بالتدريج تابعا لتناقص كتلة السائل

الفصل الاول فى قضية توريشيلى

متى توفرت شروط الانصباب المنحرف بجوار كانت قوانين سرعة الانصباب فيه على حسب ما ذكر في قضية توريشلي وهي ان سرعة الاجزاء السائلة من فوهة اناء تكون واحدة كما ان سرعة سقوط الاجسام في الفضاء من ارتفاع واحد تكون واحدة ولا دخل لطبيعة السائل في سرعة الانصباب في شيء ينتج من هذه القضية انه لو كان عندنا اناءان متماثلان في السعة والحجم ومثقوبان من جانبيهما بثقبين متماثلين في البعد والقدر احدهما مملوء ماء والآخر زئبقا وفتح الثقبان معا في لحظة واحدة وتلقى ما يسيل منهما في مدة المتصل منهما متماثلا في الكمية مع ان الطبقة التي في نقطة الانصباب من كل منهما مضغوطة بالجو وبالكتلة التي فوقهما ولا شك ان كتلة الزئبق اثقل من كتلة الماء بثلاثة عشر ونصف وينتج منها ايضا ان سرعة انصباب السائلات تكون بجذر اعماق السائلات التي تكون الفوهات اسفل من سطحها اعني ان الاجسام تكتسب بسقوطها سرعات نسبتها لبعضها كنسبة جذر الارتفاعات التي سقطت منها فاذا كانت كتلة ماء علوها مائة قدم وصببت من فوهتين احداهما في قاعدة الماء والثانية اسفل من سطحه العلوي بقدم كانت سرعة السائل من الفوهة السفلى قدر سرعة السائل من الفوهة العليا عشر مرات لان جذر المائة عشرة وجذر الواحد واحد ولو كان هنا مستودع علوه ٩٠٠,٤ وفي اسفله فتحة يسيل منها الماء في الثانية بسرعة ٩,٨ واريد معرفة سرعة الانصباب يكون من فتحة مماثلة لتلك الفتحة من مستودع علوه متر واحد يعرف ذلك بطريقة الاربعة المتناسبة ورسمها هكذا $\sqrt{٤,٩ : ١} :: ٩,٨ :$ س وس = ٤,٤٢٦ ويقال فيه بالعبارة نسبة جذر اربع ونصف وتسعة اعشار بجذر واحد كنسبة تسع وثمانية اعشار الى س و س تساوي اربعا وستة وعشرين كسورا من المائة

الفصل الثاني في انقباض عرق السائل

اذا ثقبت قصعة رقيقة الجدران من اناء محتو على سائل وكانت الفتحة مستديرة

اكتسب ديئا السائل وقت سيلانه شكل تلك الفتحة وبعد مسافة ما من نقطة الخروج يصير سطح ذلك الماء املس براقا كانه قضيب بلور غير متحرك وفي خروجه من الاناء يكون قطر عرق ذلك السائل كقطر الفوهة وبعد مسافة صغيرة يأخذ في الدقة شيأ فشيأ الى ان يصل الى حد يسمى بانقباض العرق ثم يأخذ في الغلظ وبعده بقليل ينتشر ويتشتت فان كانت الفتحة مربعة حصل انقباض العرق ايضا وتغير شكله لان العرق بعد ان يبعد عن الفتحة بمسافة ينفتل قليلا وتاخذ زواياه الاربعة في الانفراج والاتساع حتى تصير كما في الشكل (٨٢) فان زوايا ا ب ت ث فيه منفرجة متسعة ويقال حينئذ انفتل العرق وهذا الانفتال كما يحصل بعد الانقباض يحصل قبله واختلاف شكل العرق ناشئ عن اختلاف شكل الفوهة وانقباض العرق ناشئ عن انضمام الخيوط الصغيرة من السائل المكونة للعرق وذلك لان اجزاء السائل بسبب كونها مندفعة بالضغط ومنجذبة بالانصباب تزدحم نحو الفتحة وتتقارب لبعضها فيتكون من ذلك خارج الفتحة ما يسمى بانقباض العرق

الفصل الثالث في البرابخ

البرابخ انابيب توفق على الفوهات الرقيقة الجدران لتنصب السوائل منها فمتى كان شكل البربخ مشابها لشكل العرق تمام مشابهة كلية الى نقطة الانقباض كان انصباب السائل منه كان لم يكن بربخ اي فلا يفيد وجود البربخ بطئا ولا سرعة اما ان كان البربخ اسطوانيا فتارة يمر منه السائل بدون ملامسة ويسمى العرق حينئذ سطلوقا وتارة يملأ البربخ كله ويسمى بمالىء القصبة ولا شك ان السائل في الحالة الاولى يسيل كان لم يكن بربخ وفي الحالة الثانية يكون سيلانه كثيرا فاذا كان خروجه في الحالة الاولى بقدر مائة كان في الحالة الثانية قدر مائة وثلاثة وثلاثين فان كان البربخ مخروطيا ازداد السيلان عما قلنا ايضا فلو كان من مخروطين مقطوعين كالمرسوم في الشكل (٨٣) كان السيلان اكثر من ذلك بمراحل لان المخروطي الاولى ت ن ص م يكون

شكل العرق باتفاق وطول الثاني من ث الى الاختناق م ن يكون بقدر طول الاول الذى هو من ه الى الاختناق ثلاث مرات والاتساع المرسوم عليه و و يكون كاختناق ن م سبعة عشرة اعنى يكون قدره مرتين ونصفا ويرسم هكذا ١٧/١ فاذا كانت الفوهة خالية من البرابخ وخرج منها السائل بكمية مائة من الخارج بالبربخ مائة وخمسين فلو جعل فى طول البربخ انتفاخ نقص مقدارا ... وانما الة الباطنة لجدران الاوانى المحتوية على السائل تؤثر فى كمية الانصباب ... متى كان تقعر الجدران التى فيها الفتحة مما يلى الباطن المرسوم فى الشكل (٨٤) ويقل متى كان مما يلى الظاهر كما فى الشكل (٨٥) ومعيار ... المياه الجارية من اى فوهة كانت هو ... من الماء ... من فتحة قطرها قيراط وتكون تلك الفتحة تحت سطح السائل بخط والكمية الخارجة فى هذا الزمن من ذلك الثقب تعادل ٦٧٢ قيراطا مكعبا من الماء وهى تقرب من عشرين ليترا

الفصل الرابع فى نافورات الماء

مقتضى قضية توريشيلى ان السرعة التى تكتسبها اجزاء السائل حال خروجها من فوهة ... الاسطوانة افقية ... كما هو مرسوم فى الشكل (٨٦) ان يرتفع السائل الخارج حتى يساوى ... سائل المستودع لكون الضغط الواقع على سائل الانبوبة مساويا لسائل المستودع الذى هو عال الكن ... من ذلك احتكاك السائل فى القصبات ومقاومة الهواء ورجوع المياه ... من الفوهة على المياه الخارجة ... تمنع الماء الخارج من الفوهة ... عن العلو ... ولو كانت الفوهة اذا ... ان نهاية ما يرتفع السائل خمسة اقدام اذا ... خمسة اقدام وقيراط

الفصل الخامس في ضغط السائلات المنصبة

لاشك في ان السوائل حال انصبابها دائما تضغط على جدران البرابخ او القصبات او الانابيب التي تمر فيها وكذا الفوهات التي تخرج منها فاذا علق بخيط وعاء مملوء ماء بقي غير متحرك لان ضغط الماء عليه من جميع الجهات متساو فلو فتحت فيه فوهة من الجدار الجانبي لاجل استفراغ الماء لخرج الماء مقهقرا للوعاء بقهقرة مشابهة لقهقرة آلات الحرب النارية كالمدافع عند اطلاقها والبارم الايدروليكي المرسوم في الشكل (٨٧) يثبت رد فعل السائل في الاوعية التي يخرج منها والبارم المذكور انبوبة واسعة من زجاج او معدن مرسوم عليها في الشكل المذكور ص ومعلقة بخيط من نقطة ط وبها انبوبتان رفيعتان احداهما معوج طرفها الى اعلى والثانية الى اسفل والطرفان المعوجان عمودان على الانبوبتين وفي كل طرف حنفية صغيرة ب ب فاذا فتحت الحنفيتان احدث الماء بانصبابه منهما حركة رحوية في البارم المذكور

الفصل السادس في صدم السائلات لجدران القنوات وفي الجدى الايدروليكي

اذا استفرغ السائل من مستودع ص المرسوم في الشكل (٨٨) بواسطة قصبة آ ن وخرج من حنفية ب التي هي اضيق من القصبة ثم اغلقت بغتة حصل في باطن القصبة صدمة شديدة يمكن ان يتسبب عنها كسر في بعض الاحيان وتشاهد قوة الصدمة بزيادة ارتفاع السائل في انبوبة س ه العامودية اذ بمجرد غلق الحنفية يرتد السائل ويرتفع دفعة في الانبوبة المذكورة حتى يصير اعلى من نقطة د بكثير وسبب هذا الارتداد الصدمة المانعة لحركة السائل عن جريانه لان السائل المتحرك بمجرد صدمه للمانع يرتد بعكس اتجاهه الاول

والجهاز المسمى بالجدى الايدروليكي المرسوم صورته في الشكل (٨٩) الذي

اخترعه مونجولفيير مثال لما يحصل في هذا الارتداد فان آب فيه قناة مسدودة فيها لسول ماء جار يريدان يخرج من فتحة س وهذه القناة تسمى بجسد الجدى وفي اسفل فتحة س كرة مجوفة ط اعلق الفتحة عند ما ترفعها قوة الماء من اسفل الى السيور المرتكزة هي عليها وتسمى رأس الجدى وينبغي ان يكون ثقلها مضاعف حجم الماء وفتحة س شاطئة بحيث تسدها الكرة اذا وصل اليها ... ابد النهاية بعام ذى ساق ساقطة ثقله هكذا الشكل (I) ... اصغر من الاولى لكن مثلها في الثقل مرتكزة على فتحة ... شاطئة بحلقة من جلد وسيور مرتبطة حول الفتحة ... كافية لارتفاع الكرة ومرور الماء لانها تنعها ان ... ان تسدها برجوعها اليها في الدقيقة الاولى من وصول الماء الى ... س يقرع الماء كرة ط ويرفعها فتسد الفتحة وبسبب اول دفعة للماء يرتد بقوة وبهذا الارتداد ترتفع كرة ص ويمر الماء في مستودع الهواء ش فتسقط كرة ... على سيورها ثانيا فيعود سائل القناة باندفاع جديد وبتكرر الفعل هكذا فخرج الماء بالقهر لمستودع الهواء ش فينضغط الهواء وبانضغاطه يضغط على السائل الذي يرقى انبوبة ب ويرتفع فيها اعلى من سطحه الاول الذي في مستودع ش بالجبر وبهذا الجهاز ... من ... الماء ...

الفصل السابع في الطلومبات

هي آلات تصنع لرفع المياه بواسطة قوة ميكانيكية وانواعها الثلاثة الماصة والكابسة والماصة الكابسة اما الاولى وهي المرسوم صورتها في الشكل (٩٠) فكونة من جسم آ ب المفتوح من طرفه الاسفل ومن فتحة ص الغائصة في الماء ومن لـ التي هي الجزء الاسفل من مكبس ط ومن ساق هـ الذي ينفتح من اسفل الى اعلى فاذا ارتفع المكبس حصل انفراغ في باطن جسم الطلومبة وانجذب الماء س الى ان ينفتح من اسفل الى اعلا ويمر من اعلاه

وكلما صعد المكبس عمل فراغا جديدا وجذب الماء الى اعلى صمام ه فبهذه الحركة يرفع المكبس الماء الذى يعلوه ويترك صمام س مغلوقا ويذهب فى الانبوبة من آ الى ت وينصب من برنخ ط وللمكبس ق ث نصف دائرة من حديد تسهل ارتفاع صمامه وتسهل ايضا حركة قضيب ظ عند ما تعمل الرافعة ف ف المثبتة فى نقطة ى حركاتها الارتفاع والانخفاض المكبس ولا يلزم ان نبين ان ضغط الجو على مستودع الماء الذى غاص فيه انبوبة ص هو السبب فى صعود الماء عند ما يعمل المكبس الفراغ ولان جسم الطلومبة اذا كان اعلى من سطح الماء بمسافة اثنين وثلاثين قدما لا يمكنه ان يجذب الماء الى نقطة الخروج التى هى ط لان ذلك قد علم مما سبق فى قصة عملة فساق فيريتسا

واما الثانية اعنى الكابسة ومرسوم صورتها فى الشكل (٩١) فجسم آ ب فيها مسدود من اسفل مفتوح من اعلى يتحرك فيه مكبس له صمام د ينخفض بصعود المكبس ويرتفع بنزوله والطلومبة كلها غائصة فى ماء المستودع ج ح خ ى فاذا ارتفع المكبس دخل الماء من اعلا ا ا واذا انخفض بواسطة الرافعة الموثرة فى طرفه ص اندفع صمام د بالسائل المار من اسفله وسد المجاز فبسبب ذلك يندفع السيال وينضغط فينصب من انبوبة س س ويقفه صمام ه من اسفل الى اعلى ومتى جاوز السائل هذا الصمام لا يتمكن من العود لكون الصمام ينزل ثانيا ويغلق بثقله وثقل الماء فيندفع الماء فى الانبوبة الجانبية س س وهى تصبه او توصله الى المحل المراد لان طرف ن حامل لقصبة توصل الماء الى الناحية المرادة

واما الثالثة اعنى الماصة الكابسة ومرسوم صورتها فى الشكل (٩٢) فمركبة من السابقتين والمكبس م فيها مصمت لا صمام له فاذا اصعد بواسطة عاتق رافعة ص اشتف الماء فيصعد الماء من اسفل الى اعلى فى قصبة ط الغائصة فيه حتى يرفع صمام د الذى فى مسافة س من اسفل الى اعلى والطلومبة الى هذا الحد كانت ماصة فاذا انزل ذلك المكبس

يكبس على الماء الذي في مسافة م س فيدخل في قصبة ن ويرفع صمام
ه من اسفل الى اعلى ثم ينغلق وهكذا يصعد الماء على التوالي في انبوبة ن
ومنه ما يوجه بحسب الارادة

الباب السابع في استاتيك الغازات

استاتيك الغازات ويسمى ايضا ايروستاتيك فرع من الطبيعيات يبحث فيه عن
نواميس موازنة الغازات والغازات تسمى بالسوائل الهوائية والسوائل المرنة
لتتميز عن التي تسمى بالسوائل فقط وليتبين بالثاني انها كاملة المرونة وحيث
كانت انواع الغازات متماثلة في الخواص الطبيعية ولا تختلف الا في الرتبة
النوعية كان اخذ واحد منها والتكلم عليه وجعله انموذجا للباقي [illegible]
كافيا في الوقوف على حقيقة كل منها واختير لهذا الامر الهواء لسهولة
تناوله في كل وقت بسبب وجوده في جميع الاماكن وهو اهم الغازات
واعمها نفعا كيف لا وبه حياة النبات والحيوان وفيه تكون الحوادث الجوية
وكائنات الجو وقد اضطررنا لذكره في هذا المؤلف فيما سبق مرات عديدة على
حسب النتائج الصادرة عنه وسنضطر لذكره في جملة محال تاتي ايضا وما ذاك
الا بسبب مداخلته في التجريبيات الطبيعية ولنتكلم عليه هنا على حسب
المقام فنقول هو كبقية الغازات من الاجسام التي تنقاد الى الجذب الارضي فله
ثقل وتعيين ثقله يكون باتخاذ كرة من زجاج ذات حنفية توزن بالميزان
ثم تملأ ماء مقطرا حرارته في درجة صفر ثم توزن ثانيا ليعلم وزن ما كان فيها من
الماء وقد ذكرنا سابقا من ان كل جرام من الماء يعادل سنتيمترا مكعبا منه ثم يفرغ منها
الماء وتجفف جيدا او يفرغ منها الهواء بالآلة المفرغة على قدر الامكان وتقفل
حنفيتها حتى لا يدخلها الهواء ثم توزن فارغة ثم يدخل فيها الهواء مع الانتباه
في امراره على كلورور الكالسيوم لينقى من الرطوبة ثم تقفل الحنفية
وتوزن الكرة ثانيا فالحاصل من الزيادة على وزنها اولا هو زنة الهواء الذي ملأ الكرة
فاذا فرضنا ان الماء الذي كان في الكرة [illegible] جرام [illegible]

كانت الصنج اللازمة لوزن الهواء (١٢٫٩٩١) اى اثناعشر جراما وتسعمائة وواحدا وتسعين جزءمن الف جزء من الاجرام ولوزن عشره اعنى عشرة سنتميتر منه ١٫٢٩٩١) اعنى ابراما واحدا واثنين وتسعمائة وواحدا وتسعين جزء من عشرة الاف جزء من اجرام ولوزن عشر عشره اعنى سنتميترا واحدا منه (٠٫١٢٩٩١) اعنى اثنى عشر الف جزء وتسعمائة وواحدا وتسعين جزء من مائة الف جزء من الاجرام ويستخرج ذلك بطريق الاربعة المتناسبة فيقال ان نسبة (٠٫١٢٩٩١) التى هى زنة سينتيمتر مكعب من الهواء الى الاجرام الذى هو زنة سنتيميتر مكعب من الماء كنسبة مائة سنتى اجرام مكعب من الماء للمجهول الذى هو زنة مائة سينتيمتر مكعب من الهواء وترسم هكذا ٠٫١٢٩٩١ : ١ :: ١٠٠ : س = ٧٦٩٫٧٥ فينتج من ذلك ان الهواء اخف من الماء بسبعمائة وتسعة وستين مرة وخمسة وسبعين جزء ا من مائة ويلزم فى جميع تجربيات وزن الغازان تكون درجة حرارة المحل فى الصفر وان يكون الضغط الجوى فى حالته الطبيعية وهى ٠٫٧٦ سنتميتر لكن وجود هاتين الحالتين نادر فيلزم ان يعدل الفرق الموجود فى الحالتين بواسطة الحساب اما تعديل درجة الحرارة فبان يضرب حجم الغاز فى واحد ابدا وعدد الدرجات فى ٠٫٠٠٣٨٥ كسورا التى هى مقدار تمدد الغازات فى كل درجة من درجات الحرارة زيادة عن حجمها الاصلى ويزاد الحاصل على حجم الغاز ان كانت الدرجات فوق الصفر ويطرح ان كانت تحته واما تعديل درجة الضغط الجوى فيعمل بطريق النسبة وذلك لان نسبة الارتفاع الطبيعى للبارومیتر الذى هو ٠٫٧٦ لارتفاعه الموجود وقت العملية كنسبة الغاز المراد قياسه الى س مثال ذلك اذا كان العمل فى مائة حجم كائنة قيراطا مكعبا من الهواء فى درجة صفر من الحرارة والبارومیتر فى (٠٫٧٥) فليرسم هكذا ٠٫٧٦ : ٠٫٧٥ :: ١٠٠ : س = ٩٨٫٨١ ويقال نسبة ستة وسبعين لخمسة وسبعين كنسبة مائة الى س التى هى المجهول فينتج ثمانية وتسعين وواحدا وثمانين كسرا من مائة وبهذه الطريقة

يمكن وزن جميع الغازات بعد تحويلها دونما مشقة ومن حيث ان اكثر الغازات له
تأثير كيماوى فى المعادن فلتجعل حنفية الكرة التى يوزن فيها الغاز من
البلور واختلاف الاوزان النوعية للغازات اكثر من اختلاف الاوزان
النوعية للاجسام الجامدة والسائلة فالغازات النوعية [illegible]
الازوت (٨٨٠٣٠٫٠) وهو اخف من [illegible] بخار [illegible] الان بايود
ايدريك بمائة واربعين مرة لان زنته (٣٤٤٫٠) [illegible]
٦٨٨٠٫٠٢ يكون اخف من الكلور بخمس وثلاثين مرة لان [illegible] ٧٨٤٫٢
واخف من بخار اليود ايدريك بسبعين مرة تقريبا ومعرفة النسب بين اوزان
الغازات توجب لان [illegible] كل منها على حدته [illegible]
التفاوت وما يفعل فى الغازات البسيطة [illegible]
والازوت يفعل فى الغازات المركبة وهى اكثر من عشر مرات [illegible]

الفصل الاول فى الجو

الجو هو الهواء طبقة غازية محيطة بكرة الارض من جميع الجهات على
نسق واحد وتابعة لها فى جميع حركاتها وضغطها عليها بواسطة [illegible]
الارضى وهذا الجو وان كان يظهر لنا انه عظيم البعد فلا يزيد ارتفاعه عن ثلاثة
عشر [illegible]
لا نعلم [illegible]
المشاهدة فى الجو هى [illegible] وحركاتها [illegible]
الافق والهواء [illegible] فى علم الكيمياء [illegible] من واحد وعشرين جزأ من
الاوكسجين وتسعة وسبعين من الازوت وفيه من الحمض [illegible]
جزء الى جزء فى المائة ويحمل من الابخرة المائية من ٣٣٠٠٫٠ الى ٦٦١٫٠
بالنسبة لحجم الهواء ويكون [illegible] ١٤٢١٫٠ [illegible] الهواء وكذا
يحمل من [illegible] الاجسام المختلفة [illegible] وثقل الهواء [illegible]
عليه بما ذكرناه فى فصل البارومترية [illegible]

ناقوس من زجاج على سطح الالة المفرغة واستفرغ منه الهواء التصق بالسطح وتعذر رفعه عنه وذلك لانه لما خرج الهواء من باطن الناقوس ولم يكن هنالك ما يقاوم الهواء الخارج كبس الهواء الخارج على الناقوس بكل ثقله فالتصق بسطح الالة ومنها انه اذا اخذت اسطوانة من زجاج مفتوحة الطرفين وشد على احدهما مثانة ووضعت عليه ... ثم عمل فيها الفراغ كبس الهواء الخارج على تلك المثانة بثقله وخفضها فاذا تم عمل الفراغ حسب المطلوب وقرع على المثانة باصبع انفجرت بسهولة وسمع لانفجارها فرقعة عظيمة وما ذلك الا من سرعة ولوج الهواء في الاسطوانة وفي هذه التجربة دلالة على ان ضغط الهواء كان من الاعلى وقد يكون من كل جهة ويظهر ذلك فيما لو اخذت انبوبة فيها اتساع مناسب وطولها اكثر من ثلاثين قيراطا وثقبت بعد عشرين او اربعة وعشرين ثم ملئت زئبقا ثم سد الثقب سدا جيدا بشد قطعة مثانة عليه فانه اذا وضعت هذه الانبوبة منكسة في اناء فيه زئبق نزل عمود الزئبق الذي فيها الى ثمانية وعشرين قيراطا من العلو كما شاهدنا ذلك فاذا ثقبت السدادة التي هي من المثانة بابرة انفصل العمود حال دخول الهواء الى قسمين يصعد احدهما وينزل الاخر وما ذلك الا من ضغط الهواء من الجوانب ومن اعلى واسفل ويبرهن على ضغط الهواء من اسفل الى اعلى بانه لو اخذ كاس من زجاج وملئ ماء الى ساقته ثم طبق عليه قطعة من الورق المتين ونكس لما سقط من الماء شيء وما ذلك الا من ضغط الهواء على الورق والذي يثبت ضغط الهواء ايضا من كل جهة التجربة المجدبورجية نسبة الى مدينة مجدبورج وهي ان يطبق نصفا كرة من نحاس مجوف كالمرسومين في الشكل (٩٣) على بعضهما باستحكام من حوافيهما ب ثم يعمل الفراغ في تلك الكرة بان يجذب الهواء من ساقتها لانه مجوف ويمكن ضبطه على الالة المفرغة ببرمة ثم تغلق حنفية د لمنع رجوع الهواء وبعد اتمام عملية التفريغ ترفع الكرة عن الالة وتعطى لشخصين قويين ليجذب كل منهما نصفا الى جهته بكل قوته ومع ذلك فلا ينفصلان لان ضغط الهواء عليهما من كل جهة

ولو وضع تحت ناقوس الآلة المفرغة اناء كالمرسوم في الشكل (٩٤) ووضع
ما فيه الى ثلثيه وسد بسدادة محكمة التي فيها الانبوبة الدقيقة ن
ثم عمل التفريغ في الناقوس لوجد الماء ينبثق من الانبوبة وما ذاك الا لكون
الهواء الذي في باطن الاناء في نقطة هـ زال التوازن مع الهواء الذي كان
في الناقوس وخرج بعمل ثقله على الماء ودفعه في الانبوبة وانبثق منها
ولو ابدل الاناء بمثانة فيها هواء قليل لشوهد تمددها لحصول الفراغ لعدم
وجود هواء في الناقوس يضغط عليها وهاتان التجربتان الاخيرتان تثبتان
ضغط الهواء وتثبتان مرونته وقوله للتمدد فاذا ادخل الهواء في الناقوس
عاد كل شيء الى حالته الاصلية حتى ان الهواء يعود ثانيا الى محل هـ في الاناء
المرسوم في الشكل (٩٤) متجاوزا للماء الباقي في الاناء بسبب انعكاس الهواء
العائد عليه وضعفه بسبب تمدده في الفضاء الحادث من خروج بعض الماء عن
موازنته ومما يستدل به على الضغط الهوائي ما يحصل في جسمنا من المحجمة
حين توضع على جزء منه فان باستيصال الهواء من باطن المحجمة يصير اللحم
او بجنب الملطونة او بوضع جسم ملتهب في باطن المحجمة بثقل الهواء الخارج
على المحجمة فتلتصق على ذلك العضو فيتمدد وينتفخ ويحمر وما ذاك الا لزوال
ضغط الهواء عنه ويحصل مثل ما ذكر من التمدد وما بعده في الجسم متى ما
انقطع عنه الضغط المعتاد للهواء

مرونة الهواء

واعلم ان المرونة التي في الهواء وبقية الغازات تامة بمعنى ان الغازات المذكورة
لو ضغطت بضاغط ثم انقطع ذلك الضغط لعادت الى حالتها الاولى ولهذا قلنا ان
المرونة تامة مثال ذلك اذا ملئت مثانة هواء وضربت بصولجة فانها تنفرطح
ثم تعود الى شكلها الاول سريعا ولو وضعت في كاس ملطونة تكون فيها
كالمرسوم في الشكل (٢٤٣) الذي لا ينضغط الهواء منه في جسم الملطونة
انضغاطا عظيما ومتى ترك الضغط على الكاس ردته مرونة الهواء الى شكله الاول

ولو

ولو اخذت انبوبة مقوسة الاسفل كالمرسومة فى الشكل (٩٥) منسدة عند نقطة س التى هى نهاية الشعبة القصيرة منفتحة من نهاية الشعبة الطويلة وصب فيها قليل من الزئبق بحيث يملأ قطر تقويسها ص لانحصر فيما بين ح و س بعض هواء مضغوط بالهواء الخارج الضاغط على الزئبق فلو صب فيها عمود زئبق طوله يقرب من ٢٨ قيراطا للهواء المنحصر فيما بين ح و س يضغطه بمعادل ضغط جو آخر فتصعد حينئذ نقطة الزئبق الى ب ويصير الهواء المنحصر فى الشعبة القصيرة نصف حجمه الاول فلو كان طول الشعبة الطويلة كافيا الان يسع ٢٨ قيراطا اخرى من الزئبق ووضع فيها بالفعل لنقص حجم عمود الهواء الذى بين ب و س النصف فيكون من ه الى س وباضافة ٢٨ قيراطا اخرى من الزئبق ينضغط الهواء المذكور حتى يصير بين د و س فقط ومن ذلك يعلم انه كلما زاد الضغط نحو نقص حجم الهواء النصف لكن لا يمكن ان ينسحق بالكلية فاذا ازيل الضغط على نسق ما زاد به عاد حجم الهواء على ذلك النسق

تمدد الهواء

وقد ذكرنا جملة ظواهر صادرة من مرونة الهواء منها بندقية الهواء ونافورة الضغط ونافورة هيرون التى تكلمنا عليها فى الشكل (٩٦) ايضا وان النتايج المتحصلة من الهواء يمكن ان تحصل من غيره من الغازات وان الضغط متى نقص عن الهواء تمدد وشغل مسافة اكبر من التى كان فيها وقت الضغط ويبرهن على ذلك بهذا الامتحان وهو ان يؤتى بمخبار طويل كالمرسوم فى الشكل (٩٧) ويملأ زئبقا الى قرب اعلاه وتؤخذ انبوبة ص المسدودة من طرفها ن التى طولها من خمسة عشر قيراطا الى عشرين ويصب فيها زئبق الى حيث يبقى فيها مقدار من الهواء بحيث لو قلبت لكان فيها منه من ب الى ن ثم تغمس فى المخبار حتى يتساوى سطح الزئبق فيهما فيرى ان هواء ب ن لا يكون مضغوطا اكثر مما كان حين قلبت الانبوبة لكون الزئبق دائما فى نقطة ب

فهذا الضغط هو الضغط الجوى الخارج واذا فرضنا كبر بها شيأ فشيأ زاد حجم الهواء واخذ له محلا من جهة ص ح فاذا صار الزئبق الذى فيها بسبب رفعها اعلى من سطح الزئبق الذى فى الهبار بار بعة عشر ة مترا لما تمدد الهواء وشغل ضعف المحل الاول فيشغل الجزء العلوى الذى للانبوبة من ن الى ت لان العمود الذى طوله الاربعة عشر مترا من الزئبق هو نصف الضغط الجوى فيكون نصف الضغط الذى تحمله هواء الانبوبة اول الامر وكان به شاغلا للمسافة التى بين ن و ب

الفصل الثانى فى المانوميتر اى مقياس تخلخل الغازات

المانوميتر جهاز فيه عامود من سائل يقاس به ضغط جميع الغازات بخلاف البارومتر فانه مقياس لخصوص ضغط الهواء ويقاس بالمانوميتر ايضا ضغط الغازات المنحصرة فى نحو الاوانى المسدودة عليها وشيء من الآلة المعروفة هو فى الحقيقة مانوميتر والمانوميتر المرسوم فى الشكل (٩٨) المعد به يقاس تخلخل الغازات التى تمتد من نقطة ن الى ب التى هى باطن الكرة الزجاجية والانبوبة الكبيرة ط ط يوجد فى باطنها بارومتر وهى تستعار فى الكرة من حنفيات فى جزئها الاسفل المسدد ص على حسب الارادة واما باب الامن المستعمل فى الكيمياء كثيرا من قبيل المانوميتر اذ بواسطتها يعلم عند ارتفاع السوائل التى توضع فى الانابيب واستعمالها بدرجة تخلخل الغازات المنحصرة فى الاجهزة او المطلقة منها وسنذكر شرح استعمالها عن قريب

الباب التاسع فى ديناميك الغازات

هو فرع من الطبيعيات يبحث فيه عن نواميس حركات السوائل المرنة واعلم ان البحث عن الظواهر التى تحصل من الاجسام الغازية من حيث انه عسر جدا بسبب سهولة تحرك الاجزاء الغازية وصرورتها الكثيرة مهما تغير حالة تلك الاجزاء من ادنى ضغط يعرض لها لم يوجد فى ديناميك الغازات من

المشاهدات المتقنة الا القليل وفي هذا الباب ستة فصول

الفصل الاول في ضغط الغازات على محالها

لا شك في ان الهواء يثقل على جميع اجزاء محاله على حد سواء كان في اواني او غيرها مسدودة اولا فان المنحصر في اناء والخارج عنه ما داما متوازنين لا يطلب احدهما حيز الآخر ويتضح ذلك فيما لو حصر بعض هواء في فضاء اناء سلس الجدران كمثانة فانها تكون هابطة منثنية ما لم يعرض لها تقليل ضغط الهواء الخارج عنها بوضعها تحت ناقوس الآلة المفرغة وتشغيل تلك الآلة فاذا عرض لها ذلك انتفخت وتوترت بسبب تمدد الغاز الذي في باطنها وطلبه للموازنة مع الهواء الخارج وضغط الهواء لا يتساوى الا في الاواني بخلافه في الجو فان الضغط فيه يكون من الاسفل اكثر مما يكون من الاعلى والوسط الا ان هذا لا يظهر في عمود هواء طوله اقل من عشرين قدما لان الفرق في كثافة طبقاته لا يعتبر لقلته بالنسبة لعمود الجو الذي هو من اثنى عشر فرسخا الى خمسة عشر على حسب الآراء في ذلك وزنته مساوية لعمود من الماء طوله اثنان وثلاثون قدما على ما مر

الفصل الثاني في الموازنة بين الهواء والاجسام السابحة فيه

متى كانت زنة الاجسام السابحة في الهواء اقل من نصف زنة الهواء النوعية كما في القباب الطيارة وتركت ونفسها على سطح الارض ارتفعت في الجو ابتداء بقوة تساوي زيادة زنة حجم هواء مساو لها فتكون تلك القوة بمقدار ما زاد به الهواء عن الجسم ثم كلما وصلت لطبقة من طبقات الجو التي تقل فيها كثافة الهواء تناقصت تلك القوة فتقل سرعة الارتفاع حتى تقف عن الصعود وذلك حينما تصير في هواء كثافته اقل من نصف كثافة الهواء الملامس لسطح الارض وسير الاجسام المذكورة في الهواء بهذه النسبة يثبت تناقص كثافة طبقات الهواء البعيدة عن الارض والا يكن بهذه النسبة لكان متى

انقذف جسم فى الجو لا يقف الا عند آخر الجو والسحاب من اعظم الاشياء [illegible]
للاجسام السابحة فى الهواء لكونه اخف من طبقات الهواء السفلى [illegible]
وذلك لانه متكون من بخار يختلف وزنه باختلاف حرارته [illegible] والمعلوم انه تختلف
باختلاف طبقات الهواء [illegible] يكون اعلى من سطح الارض [illegible]

الفصل الثالث فى الايروستات اى القباب [illegible]

قد استفيد من الاختبارات السابقة عمل القباب الهوائية [illegible]
لما قد تقرر ان الهواء يتمدد من حرارة النار [illegible]
فصنع قبة من القماش [illegible] ورقها لورق [illegible]
تلك القبة الهوائية [illegible] وادراك [illegible]
زمن تجاسر بعض الناس على الارتفاع [illegible]
بالبال استعماله فى القباب بدل النار والاستعانة [illegible]
الكبيرة ويؤمن من ضرر النار [illegible]
يسافر الهواء [illegible] من الجنس وطلاها [illegible]
وزيت الكتان وطبخهما واضاف اليهما الترمنتينا [illegible]
ملا القبة ببخار الايدروجين لكونه اخف من الهواء [illegible]
هو [illegible]

وبعد برهة من الزمان [illegible]
شارل [illegible]
الرف المشتعل [illegible]
من الاسفل [illegible]
الارض [illegible]
المطيرة [illegible] الارض [illegible]
استعلاء [illegible]
اذا سارت القبة فى طبقة من الهواء اخف [illegible]

ببعض اجسام ثقيلة كالرمل تجعل كالصابورة لتطرح اذا وقفت القبة واريد زيادة الارتفاع فى الجو وذلك فيما اذا وصلت لطبقة اخف مما تحتها واعلم ان مدار ارتفاع القبة وادواتها يعلم من معرفة اقطارها فاصغر قبة تعمل من الورق الرفيع المطلى ويمكن صعودها يكون قطرها اقدمين ويقدر لكل ستة قراريط من الفضاء خمس قمحات اوست من غاز الايدروجين وكلما كبرت القبة كانت اخف وذلك بسبب كثرة مقدار الغاز فالقبة التى يكون قطرها ثلاثين قدما تحتوى على اربعة عشر الفا ومائة واثنين واربعين قدما مكعبا من الغاز وهذه ترفع تسعمائة وثمانية وعشرين رطلا غير زنة الجنفس ولاشك ان هذا المقدار اثقل من زورق صغير وانسان يركب فيه وكيفية تجهيز غاز الايدروجين ان توضع برادة الحديد ونحوها كالمسامير فى مقدار عظيم من الاسيد سولفوريك اى الحمض الكبريتى المخفف بقدره ست مرات او سبعا من الماء ويجعل ذلك فى [illegible] [illegible] جيدة العمل يتخذ منها العارية [illegible] [illegible] ماهر يسمى لوسالك فى سنة ثلاثين من الهجر بعد الالفين واثنين [illegible] [illegible] الهواء بعود [illegible] [illegible] فبلغ فى الهوا اكثر من سبعة الاف ميتر وقال انه رأى فى [illegible] [illegible] التى نشاهدها زرقا سوداء مظلمة فلم يشاهد هنالك الاسوادا وظلمة وانه عسر عليه التنفس جدا وكان يتكلم بصوت عال فلا يسمع من كلام نفسه الا يسيرا وذلك لعدم انعكاس الصوت بسبب تخلخل الهواء ونزل البارومتر الذى كان معه فى الزورق الى (٠،٣٢٨) مع انه كان فى باريز (٠،٧٦٥) ونزل الترمومتر الى ٩ درجات تحت الصفر مع انه كان بباريز فى ذلك الوقت فى سبع وعشرين درجة وربع فوق الصفر هذا وقد زادوا فى اتقان القبة وعملوا فيها مانعة السقوط حذرا مما عساه ان يقع لمن فيها من الاخطار بسبب ما يعرض من انفجار القبة ونحوه فبمانعة السقوط المذكورة تجاسروا على اخطر ما يكون من الحربيات وفعلوه لثقتهم بالتخلص بها من الاخطار ومانعة السقوط المذكورة هى مظلة كبيرة كالتى تتقى بها الشمس المشهورة بالشمسية جعلها والابعض

الدائرين فى القباب على زورقه ويحصل للمثقلة [illegible] يجمعهما من اعلى
ويوصلها بالقبة ويجعل فى حواف الزورق حبال الاشتثة فى دائرة المثقلة [illegible]
مطوية بمدة الصعود فاذا وصل الصاعد الى الحد المراد له من العلو واراد [illegible]
قطع [illegible] القبة [illegible] ويجعل الزورق على [illegible]
[illegible]
[illegible] ان يعمل مانع السقوط على [illegible]

الفصل الرابع فى انابيب الامن

هى انابيب [illegible]
سوائل [illegible] اوانى [illegible] وهو المراد [illegible]
سائل باردالى انا موضوع على النار [illegible]
فى الجهاز المرسوم فى الشكل (٩٩) اذا فرض [illegible]
ينشأ منها [illegible] بعد ذلك الغاز [illegible]
مغمور فى الماء الذى فيه [illegible] فى ذلك [illegible]
الى [illegible] وهكذا يحصل مادام الغاز [illegible] فان لم [illegible]
تساعد [illegible] لامكن ارتفاع الماء الذى فى [illegible]
[illegible]
[illegible] والذى [illegible]
[illegible] السائل [illegible] الامن [illegible]
فى الانبوبة [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
فى الانبوبة [illegible] توصيل [illegible]
الناتجة من غليان [illegible]

بالكاس هكذا حتى يحفظ هذا التعريج بعض السائل فينسد به الجهاز ولا ... ذ الهواء منه وكذا منفعة انبوبة وى المسماة بانبوبة ولتير مخترعها ... سائل الموضوع فى العروة السفلى منها هـ يسد الانبوبة ولا يمنع الهواء الخارج من الدخول لتحصل الموازنة اذا نقص انتشار الغاز واشرف سائل ط على الدخول فى اناء ت وفائدة الانابيب ايضا عدم انفجار الاجهزة وذلك لانه اذا اشتد انتشار الغاز فى باطن الاناء اندفع السائل المنحصر فى تعريجى ص هـ الى اعلا فيخلى مسافة اكبر مما كانت فان زاد الانتشار عن ذلك سهل خروج بعض الغاز من ذلك السائل فلا يخشى حينئذ من الانكسار فى شئ وقد يوجد بدل الانابيب المتعرجة انابيب منحنية وانابيب مستقيمة وهى انابيب امن ايضا لكن يلزم حينئذ ان يكون لاناء ت فوهة ثالثة بين الفوهتين المرسومتين فى الشكل المذكور توضع فيها الانبوبة الثالثة

الفصل الخامس فى التحريك الصناعى للهواء

الواسطة المعتادة لتحريك ... وتحويله عن مكانه هى تسخينه لانه يتمدد من الحرارة الصناعية فاذا اريد ... فى مكان فتح له منافذ ... الموجود فكثيرا ما شوهد فى الكهوف والمغارات تيار هواء يستمر ... وما ذاك الا من اختلاف درجة الحرارة فى بعض نواحيها ووجود مصرف للهواء من البعض الاخر فاذا انقطع هذا التيار واريد ارجاعه بقدر ما او باكثر منه فليوضع فى ناحية المصرف مجمرة وتمد بالوقود وفى الشكل (١٠٠) تمثال ذلك فان المغارة فيه مصورة بفراغ آ والمجمرة ص فاذا سخنت المجمرة الهواء من ناحية ح تمدد ولطف وخرج فيعقبه الهواء النازل من ناحية ب ا وهكذا كلما خرج جزء اعقبه آخر فيحصل تيار مستمر من ب الى آ

الفصل السادس فى غازوميتر

هو جهاز معد لتسيير الغازات على وجه منتظم واكثر استعماله فى تسيير غاز الايدروجين المكربن اعنى الغاز الذى يستضاء به والغازوميترا سطوانات

من انابيب معدنية متوسطة الاتساع مسدودة احد الطرفين تكلس على الماء [illegible]
فيكون الطرف المسدود من اعلا لحفظ الغاز في باطنها [illegible] تركيبه
منها بخارج الماء لتثبت منه وتضبط على وضعها وكل من [illegible]
اليها من الوربات [illegible] متصلة وفيه الغاز [illegible]
[illegible]
واما [illegible] على حسب [illegible]
والجهاز المذكور مبني على ما اسس عليه [illegible]
الشكل (١٠١) [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
على الماء ومقتضى ما ذكر في [illegible] تحت الضغط [illegible]
[illegible] دخل الهواء [illegible]
فيسقط من الانبوبة السفلى [illegible]
هذا الماء [illegible] يجري [illegible] على حسب الارادة [illegible]
مفتوحة كان كل من دخول الهواء [illegible] وسقوط الماء [illegible]
[illegible]
[illegible]

الباب العاشر في الاكوستيك اعني فن السمع

هو فرع من العلم الطبيعي [illegible]
الاصوات في [illegible]
من [illegible]
الاجسام المولدة للصوت [illegible]
[illegible] اصوات [illegible]

... بانات الصوتية ويوصلها الينا وفى هذا الباب ثلاثة عشر فصلا

الفصل الاول فى تولد الاصوات وانتقالها بالهواء

الصوت نتيجة حركة اهتزازية تعترى مادة الاجسام القابلة للوزن وكل حركة اهتزازية بالجسم رنان تحدث فى الهواء اضطرابا اوارتعاشا يسرى فيه الى بعد ما وسرعة سريان الصوت فى الهواء واحدة لا تختلف باختلاف نغمته وشدته ... على كل من هذين الامرين اعنى تولد الصوت وانتقاله بالهواء فنقول اما تولد الصوت فتى اضطربت اجزاء الاجسام المرنة وتقلقلت حدث عنها ... مدة الاضطراب قبل عودها الى حالتها اهتزازات تموجية فى الهواء تسرى ... طبقات الجسم الى ابعدها وذلك اشبه بما يحصل فى سطح ماء راكد ... فانه يشاهد اثر ذلك تموجات ... مركز محل ... الاجسام المرنة ينشأ عنها اصوات ... بحسب سرعة الاهتزازات يتولد ... الصوت الثقيل والخفيف ... عة الاهتزازية بتقريب الاصبع ... الى الاجسام المهتزة ... ما تحقق فيه ذلك ... اجسام النواقيس ومع ذلك فلابد لسماع الصوت من ان يكون عدد الهزات فى الثانية الواحدة كثيرا جدا بحيث يزيد عن ثنتين وثلاثين لان الاذن الحادة السمع لا تسمع الا اذا زادت الهزات عن ذلك فلو شد وتر آلة شدا كافيا لان يحصل منه ثنتان وثلاثون هزة فى الثانية لكان الصوت الناشئ عنه غير مسموع ... فى الوتر وزنة ثقيلة حتى صار لا يمكن تعداد الاهتزازات لسرعتها ... يزاد بها عن الثنتين والثلاثين فان مازاد عنها لا يمكن تعداده كان الصوت الناشئ عنها مسموعا جيدا وقد ذكرنا انه كلما كانت الاهتزازات اكثر تواترا اخذ ... فى الحدة فتى انقطعت الاهتزازات انقطع الصوت ... الاهتزازات ... الاجسام ... بل يستدل على وجودها فيها بتجربة ... وهى ... كبير الكفاية وتعلق فيه كرة معدنية صغيرة كما هو

مرسوم في الشكل (١٠٢) ثم يقرع الناقوس برفق حتى يرن ثم يمال حتى تمس
الكرة بجدرانه فتنفز الكرة نفزات سريعة وتقرع الناقوس قرعات لطيفة
متواترة ومن آلات الطرب ما لا تهتز إلا أجزاؤه كالصفارة وإنما يهتز الهواء في باطنها
فيتكون منه [illegible] وأما نقل الهواء للأصوات فيستدل عليه بما [illegible] تحت
مستقبل [illegible] من [illegible]
ثم يخلى الفراغ فإنه يسمع للجرس صوت ما دام [illegible] وكلما قل
الهواء قل سماع الصوت فإذا كمل الفراغ لم يسمع شيء أصلا ولو رج الناقوس
ليضرب الجرس ويرن وكلما رجع الهواء للناقوس سمع الصوت ثانيا
ويقع مثل ذلك أيضا فيما لو صعد مسافة مرتفعة جدا [illegible]
فيتبع مما ذكر أن الصوت لا يسري في الخلاء [illegible] الأجسام
قابلة للوزن لا يجد الصوت محلا ولا ينتقل [illegible]
قطرات من الاثير عوضا عن الهواء لانتقال [illegible]
إلى الخارج ومثل الاثير في ذلك بقية السوائل المرنة فيعلم من ذلك [illegible]
الهوائية والأبخرة من حيث أنها أجسام قابلة للوزن تحمل الصوت والماء
والأجسام الصلبة قد تنقل الصوت أيضا ولذا يسمع الغواصون [illegible]
القوم [illegible] الشواطئ ووقع انفجار الرماة على سطح الماء [illegible]
[illegible]
[illegible] فإنهم [illegible] أبوهم [illegible]
[illegible] على [illegible] وقت [illegible]
الماشي [illegible] طرفه [illegible] من خشب
[illegible] الطرف الآخر [illegible]
دوي المرور [illegible] طول
الخشبة [illegible] على [illegible]
تلك الخشبة [illegible] طول [illegible]
[illegible] ومن الغرائب [illegible] الصوت [illegible]

لمجارى المياه فانه اذا اصغى انسان بسمعه عند احد طرفيها وقرع آخر الطرف الثانى اسمع الصاقى ولو بعدت المسافة بينهما مهما بعدت صوتين احدهما سريع يصل اليه اولا من القنوات والثانى بطئ يوصله له الهوآء بعد زمن محدود على حسب البعد وتعاقب التموجات الهوائية الحاملة له ومثل ذلك ما لو اطلقت بندقية فان صوتها يقرع الاجزآء القريبة منه من الهواء وتلك الاجزآء تصدم الاجزآء المحيطة بها وهكذا تنتقل فى اجزآء طبقات الهوآء القربى فالقربى حتى تتلاشى القوة الاولى للصدمة فى الطبقات الكثيرة التى رجتها من الهواء

الفصل الثانى فى سرعة سير الصوت

اذا اطلقت بندقية من مسافة اربعين خطوة او نحو ... شوهد بريق الطلقة قبل سماع صوتها بمرهة فان كانت ا... فذاول من ذلك ادرك الصوت والبريق ... و ... مسافة زاد طول الزمن بين رؤية البريق وسماع الصوت وهكذا يحصل فى الصاعقة ... بعدت المسافة زاد طول الزمن بين رؤية البريق و ... قرقعة الصاعقة ... هذا ... بشئ ... يدرك كبريق ذخيرة المدفع وكان هناك جماعة بين كل منهم وصاحبه مائة خطوة فلا شك فى انهم لا يسمعون القرقعة فى آن واحد بل الاقرب للمدفع يسمعها اولا والذى يليه ثانيا وهكذا وان كانت رؤية البريق لهم معا لان الصوت لا يكون مروره فى الاماكن كلها فى ان واحد بل على التعاقب وكل شخص انما يسمعه عند مروره فى المحل الذى هو فيه وقد ذكرنا ان انواع الصوت تنتشر فى الهوآء بسرعة واحدة لا تتغير وان اختلفت تلك الا... فدليل ذلك ان السامعين للآلات المطربة الجالسين ... مختلفة البعد عن تختها ترد عليهم الحان الالات المختلفة ويسمعونها فى زمن واحد مع انها مختلفة بالقوة والضعف وما ذلك الا لكونها واحد سيرها فى الهوآء بسرعة اكثر مما يمر به الاخر والا يكن كذلك بان

كانت الاصوات القوية تسبق الضعيفة لكان ما يسمع من بعد عشر خطوات
الذي اطرب للسامع مما يسمع من مائة خطوة ولكان في اثنائه [illegible] تبديل
والواقع خلاف ذلك وقد علم المعرفة سرعة الاصوات الحقيقية جملة تجربات
في محل كبير من الارض [illegible] من التي عملت [illegible] وثلاثين
[illegible] ولا [illegible] عيار
كل منهما (٦) بالقرب من قرية [illegible] كل واحد [illegible] ٦
٩٥٤٩ من التوار [illegible] ثلاثة
[illegible] بثلاثة [illegible] مقياس الزمن
[illegible]
بساعة [illegible] والطوق غاية
السكون والهدو وكانت درجة الحرارة من [illegible] عشرة درجة
فوق الصفر وكان البارومتر في ٥ و ٧٥٦) [illegible]
سبعمائة وستة وخمسون جزأ من ميلي متر [illegible] اعشار [illegible]
على ان يطلق كل مدفع اثنى عشرة مرة وان يكون بين [illegible] والذي
بعده [illegible] كل مدفع عشر دقايق وانطلاق المدفع [illegible]
دقايق ليكون بين كل طلقتين من المدفعين خمس دقايق [illegible]
[illegible] فعل
كذلك [illegible] قصر [illegible]
ثلاثا وخمسين [illegible] اعشار [illegible] واربعة اعشار [illegible]
اعشار عشر [illegible] ثمانية اعشار [illegible] ذلك
ان الصوت [illegible] قدرها
٩٥٤٩,٦ من التوار فاذا [illegible] المسافة على الزمن [illegible] ثانية
٩٧٤,٩ من [illegible] [illegible]
قاعدة كلية وهي ان الاصوات [illegible]
الامتار اذا [illegible] الحرارة في درجة ١٦ فوق الصفر [illegible] بارومتر

فى حالة اعتداله هذا وقد ذكرنا فيما سبق انه كلما نقصت كثافة الهواء المحبوس فى ناقوس الالة المفرغة نقصت شدة الاصوات فيحصل مثل ذلك فى الهوآء المطلق فان صوت البندقية فى ذروة الجبل الشامخ يكون اضعف منه فى الصحراء وقد ذكر غاىلوسالك انه لما وصل بالارتفاع فى القبة الى علو ٧٠٠٠ ميتر كان لا يسمع صراخ نفسه الا همسا فينتج من ذلك ان اعظم فرقعة كالرعد تقع فى الارض لا يتجاوز صوتها حد الجو لانها كلما ارتفعت ضعفت حتى تنمحق بالكلية كما انه لا يصل للارض فرقعة آتية من مسافة خارجة عن حد الجو ولذلك يمكن ان يحصل فى القمر اعظم فرقعة ولا يسمع منه فى الارض صوت اصلا

الفصل الثالث فى الاصوات الموسيقية والاصوات الرنانة

[illegible] ان الدوى نتيجة [illegible] تسرى فى اجزآء الهواء واما الصوت [illegible] يت ينشا عنها تاثير لذيذ فى الاذن تشنف منه [illegible] ان الاصوات هى النغمات المخصوصة الحاصلة من اصوات الالات [illegible] ذا [illegible] ن المعلوم ان صوت [illegible] يخالف صوت العود ونحوه واما التموجات الرنانة فهى مجموع اهتزازات [illegible] رى على التتابع فى طبقات الهوآء من صفيحة مرنة منتصبة فانه متى اهتزت تلك الصفيحة اهتزازا عموديا فى عمود هوآء متساوى الكثافة اهتزت طبقة الهوآء الملامسة لهذه الصفيحة وتموجت وارتجت على حسب الحركات الاهتزازية للصفيحة فيضطرب اقرب الطبقات اليها من الهوآء ثم ينتقل ذلك الى الطبقة التى تليها وهكذا ما دامت الصفيحة مهتزة

الفصل الرابع فى انعكاس الصوت

متى انتشرت الاصوات فى الهواء المتناهى سرت التموجات الرنانة الصادرة عنها الى ابعاد غير منتظمة ما لم يعارضها عارض فينعكس اويردها وقد سبق ان زاوية الانعكاس تساوى زاوية السقوط وسرعة الرجوع تعادل سرعة الذهاب

فاذا انعكس صوت ساذج لا تتميز فيه مقاطع تحصل عنه رنة فان لم يكن ساذجا
وتميزت في انعكاسه المقاطع قيل له صدى والسطح العاكس له لا يلزم ان
يكون صلبا املس اذ كثيرا ما شوهد في الصيف انعكاس صوت الرعد من السحاب
وتكون [illegible] صداه وكذا من قلوع السفن المشدودة جيدا فانه يتكون
عنها الصدى ولم [illegible] فلهذا تكون مثل
الاسفنجة لرخوة كالستائر الموجودة في قاعات [illegible] الصوتية
فلا تنعكس عنها ويلزم في تكون الصدى من جدران القاعات [illegible] ان
تكون واسعة [illegible] تتميز الاصوات عن بعضها وقد ذكروا انه يلزم
لتمييز الاصوات ان يكون [illegible] عشر [illegible]
الى الاذن الابعد عشر [illegible] على
خط مستقيم رجع الصدى الى نقطة الذهاب [illegible] صدى [illegible]
الا بمقطع واحد اذ لم ينعكس من الصوت الا المقطع الاخير [illegible]
وقد يكون باكثر من مقطع اذا ارتسم [illegible] اكثر من المقطع الاخير وقد
ذكروا ان المتلفظ بسرعة يمكنه ان يتلفظ بسبعة مقاطع او ثمانية في مسافة
وانصاف ثانيتين وان الصوت يقطع في الثانية مسافة ثلاثمائة واربعين [illegible]
وان الصدى يرجع الى الاذن على حسب ترتيب المقاطع [illegible] وعلى هذا
لا يرجع المقطع الاول لاذن المتلفظ الابعد [illegible] الاول
حال نطقه بالمقطع الاخير ويكون الصوت قطع المسافة المذكورة مرتين
مرة ذهابا ومرة ايابا فعلم من ذلك ان مسافة الثلاثمائة والاربعين [illegible]
فيها الصدى سبعة مقاطع او ثمانية وقد وجد من الصدى ما [illegible] خمسة عشر
مقطعا بل قد وجد في الانكلترا صدى [illegible] عشر مقطعا ليلا وسبعة عشر
في النهار [illegible]
مرونة واضعف سرعة في نقل الاصوات وقد وجد من الاصداء ما
يعني انه يكرر المقطع الواحد [illegible] من مرة [illegible]
والحيطان المتوازية المتباعدة بسبب تردد الصوت بين [illegible]

فيسمع

فيسمع الصدى مكررا فقد وجد فى فرانسا برجان متباعدان بينهما ٢٥ متر يسمع فيهما الصدى مكررا عشرون تارة فى إيطاليا يتكرر صدى الكلمة بينهما اثنتى عشرة مرة وبرج فى ايطاليا يقال انه يتكرر فيه الصدى اربعين مرة ومما هو موجود بفرانسا الآن مكان عليه قبة شكلها نصف بيضى مقطوع طولا كما هو مرسوم فى الشكل (١٠٣) يتولد فيه الصدى من هيئة مخصوصة فاذا تكلم شخصان فى زاويتى هذه القبة كما هو مصور فى نقطتى ه ه وتكلما بصوت خفى سمع كل منهما كلام الآخر اذا قرب اذنه من نقطة موقع الصدى ويسمعه جيدا ولو همسا بدون ان يسمعه احد من الحاضرين معه

الفصل الخامس فى مرسلة الصوت المعروفة بالبوق

هى آلة انبوبية مخروطية الشكل طويلة كما هو مرسوم فى الشكل (١٠٤) احد طرفيها ضيق على هيئة مبسم يوضع فى الفم باستحكام والطرف الثانى متسع على هيئة صيوان مجمع فاذا ادخل الانسان ذلك المبسم فى الفم وتكلم امتد الصوت الى مسافة طويلة جدا فى جهة اتجاه الآلة وذلك لان حركات الهواء المنحصر فى باطن البوق من التكلم تتراكم وتنضم بدل ان تنتشر لو كانت فى الهواء المطلق فتزدحم كمية الاهتزازات الممكن صدورها من الصوت فى مسافة البوق الضيقة وتكون الطبقة الاخيرة من الهواء فى الطرف الواسع للبوق كتلة مضطربة بحالة قوية وتستدفع بكليتها فى خط محصة الآلة فتنفذ الى مسافة كبيرة جدا وليس للمادة التى تكونت منها الآلة دخل فى النتيجة الا يسيرا جدا اذ لو كان باطن الآلة مغشى بمادة قليلة المرونة كالجوخ لما تغيرت النتيجة

الفصل السادس فى القرين السمعى

هو آلة تصنع لضعفاء السمع لتزيد فى قوة وقع الاصوات فى آذانهم فيسمعونها هى انبوبة مخروطية يوضع طرفها الضيق فى الصماخ وطرفها الواسع يتجه بالصيوان جهة الصوت ليتلقفه والنتيجة المرادة من هذه الآلة واحدة

سوآء كانت منتجة كما في الشكلين المرسوم عليهما (١٠٥) او منحنية
كما في الشكل المرسوم عليه (١٠٦) ومتى وصل الهوآء الحامل للصوت الى
القرين انتقل الى طبقات هوآء تأخذ في تناقص الانتشار وكمية الاجزاء الى ان
تصل الى الصماخ ويوجد ازدياد قوة السمع بذلك ان الصيوان اذا كان يقبل الف
[illegible] والنفخة [illegible] لا تقبل الا عشر [illegible] نعلم ان الهوآء عند النفخة
يضطرب ويتزايد قوة الاف ولا شك في ان الصوت يقوى [illegible]

الفصل السابع في الاستيتوسكوب اى المستقصية الصدرية

هي القطعة المعدة للاستقصاء عن انواع اللغط المتولد في الصدر من الصوت
او التنفس او ضربات القلب وهي اسطوانة من خشب طولها من ثمانية
قراريط الى عشرة وفي وسطها ثقب نافذ في جميع طولها قطره من خمسة
عشر خطا الى ثمانية عشر وقد تجعل على هيئة القرين السمعي المستقيم والعادة
ان يقور الطرف الذي يوضع على الصدر وهذا [illegible]
التقوير قطعة من خشب مثقوبة كالا[illegible] [illegible]
في قعر التقوير فاذا اريد الاستقصاء عن النفس والخرخرة وضع التقوير على
الصدر خاليا من هذه القطعة واذا اريد الاستقصاء عن الصوت وضربات
القلب وضعت القطعة في التقوير فهذه الآلة واسطة لنقل [illegible] بعمود
هوآء ممتد في [illegible]

الفصل الثامن في اهتزاز الاجسام

اذا شد وتر او سلك معدني بين نقطتين ثم ابعد عن اتجاهه المستقيم بامالته لجهة من
الجهات ثم ترك ونفسه رجع بقوة شديدة [illegible] ولا يعود اليه الا بعد جملة
اهتزازات تأخذ في التناقص شيأ فشيأ [illegible] هذه الطريقة [illegible]
البندول وتعيين نواميس الاهتزازات في الاوتار المرنة [illegible]
ذات الوتر او ميزان الصوت وهي صندوق طويل من خشب [illegible]
الجدران يشد عليه وتر من امعاء او سلك معدني ويثبت [illegible] طرفيه في

وقد يوضع تحته قطعة من الخشب تسمى بالمشط تنقل بحسب الارادة ليتمكن من وضعها قريبا من نقطة الارتباط او بعيدا عنها على حسب الارادة لتغيير الاصوات بتطويل الوتر او تقصيره وتوضع الوزنة فى الطرف الآخر ليتوتر او يثبت الطرف الثانى فى وتد ويبرم يمينا او يسارا بالمفتاح ليرتخى الوتر او يشتد ثم ان الاوتار الموضوعة على الآلة متى ابعدت عن الخط المستقيم واحدا بعد الآخر وتركت ونفسها اهتزت كان عدد الهزات فى زمن معين على حسب طول الاوتار ان تماثلت فى الجوهرية والقطر والتوتر فان تماثلت فى المادة والقطر والطول واختلفت فى التوتر كان عددها على حسب جذر ما توترت به من الاوزان اى لان درجة التوتر تعلم بما يعلق بالوتر من الوزنات على ما مر ولو هز وتر مثبت من طرفيه وتر مثبت فى قوس كما فى الربابة المعروفة نشأ عنه صوت مخصوص فان استند من وسطه على مشط ب المرسوم صورته [illegible] الصوت الناشئ عنه مشابه الصوت ينشأ من وتر طوله نصف [illegible] ن بيانيه اتفق الصوتان كانهما صوت واحد ونقطة ب الفاصلة بين القسمين تسمى عقدة الاهتزاز وقد توجد جملة عقد للاهتزاز فى وتر مهتز فيكفى فى احداث هذه العقد نقل المشط فى محال مختلفة من طول الوتر فاذا كان المشط موضوعا فى ربع طول الوتر كان الباقى ثلاثة ارباع ذلك الطول فاذا ابتدأ ان ينشأ عنه صوت مشابه لصوت الجزء الصغير قسم فى وقت اهتزازه ثلاثة اجزاء كل منها مساو للجزء الاول الذى هو الربع لان الاصوات المتولدة تتشابه بعضها متى تماثلت الاوتار فى الطول والتوتر وهذا هو الذى يحصل فى الوتر المنقسم بالمشط الى اربعة ارباع ب ت ب ت ولذا ركبت عليه ثنيات من ورق ابيض فى نقطتى الربعين المرسوم عليهما ٢ و٣ فى الشكل المذكور وثنيات كالاولى من ورق احمر فى وسط الثلاثة ارباع الاخيرة اعنى نقطة ه ه ه فاذا مر بالقوس على الربع الاول سقطت الثنيات الحمر وثبتت البيض راكبة وذلك يدل على وجود عقد الاهتزاز اعنى النقط التى يكون الوتر فيها ساكنا فهى بمنزلة نقط مركزية للحركات الاهتزازية واذا اهتز

الوتر يخرج من الخط المستقيم فى المسافات التى بين العقد ويبقى فى هذا الخط
نقط عقد الاهتزاز ٢ و ٣ المعبر عنها بالخطوط المتقطعة فى الشكل (١٠٩)
وبطون الاهتزازات هى المحال البعيدة عن وضع الوتر فى حال سكونه ويمكن ابراز
قضيب رفيع من حديد او نحاس او غيرهما من المعادن ودلك بوتر قوس
او جذب طرفه الى احدى ناحيتيه كانت حركته على حسب طوله ثم ان
هذا القضيب كالوتر ينقسم الى جملة عقد اهتزازية ويتضح ذلك بالدلك بوضع رمل
دقيق على سطح جسم فان الرمل يتحرك فى اثناء الحركات الاهتزازية لذلك
الجسم ويتراكم فى العقد وهذا بعينه هو الذى يحصل للقضبان الاسطوانية التى
تلبس بحلقات صغيرة من الورق فان الحلق حال الاهتزاز تذهب الى النقط
العقدية وكلما طال القضيب ودق كثرت فيه الخطوط العقدية واذا مر بقوس
على حوافى صفيحة مرنة ملساء مستوية اسطحة من كل جسم كلوح من
زجاج مبرودة الحوافى حتى لا تقطع شعر القوس فانها تتحرك حركات اهتزازية
كحركات الاوتار والقضبان ولو ذر رمل على ذلك اللوح ودلك بالقوس على
حافته تراكم الرمل على اشكال تسمى بالخطوط العقدية والخطوط المذكورة
تكون على اشكال مختلفة بالاستقامة او الانحناء او التصالب لكنها دائما
تكون منتظمة وهذا الاختلاف ناشئ من قوة المرور واتساع او ضيق شكله
ونوع مادته وسمكه فاذا كان اللوح مضبوطا من وسطه بين اصبعين ودلك
بوتر القوس على احدى زواياه نشأ من ذلك اثقل صوت يمكن احداثه وكانت
الخطوط العقدية فيه متصالبة على صورة ما فى الشكل (١١٠) وان كان
الدلك بوتر القوس على وسط احد جوانبه نشأ عنه اثقل صوت بعد السابق وكان
تصالب الخطوط العقدية فيه على صورة ما فى الشكل (١١١) فان تغيرت
اشكال الالواح ومحال الدلك بالقوس تكونت الخطوط العقدية على
اشكال مختلفة كالتى فى الاشكال الستة المرسوم على كل منها (١١٢)
ونشاهد امور من هذا القبيل عند سماع الاغنية الممدودة على فوهات
نواقيس من زجاج واهتزازها يكون اما بوضع صفيحة رقيقة قريبة او بتقريب

آنا من زجاج منها والدالة على حوافيه بالسبابة واما بالقرع على اسفنجة او الاناء قرعا لطيفا

الفصل التاسع في اتصال الصوت من جسم الى آخر

ما ذكرناه في كيفية اهتزاز الاغشية المشدودة يدل على سريان الاصوات من جسم الى آخر وبذلك يمكن حدوث اصوات في بعض الاجسام متولدة من اصوات اجسام اخرى مع بعدها ومن المعلوم المشاهد لكل احد انه متى حصلت اصوات امام فوهة واسعة لاناء كبير اهتز الهواء المنحصر في ذلك الاناء وسمع له دوي ورنين وما ذلك الا من اهتزاز الهواء الذي بين الفم الخارج منه الصوت وفوهة الاناء وتكيفه بكيفية ذلك الصوت وسريانه المنحصر في باطن الاناء) والاوتار المرنة المشدودة متى احست باصوات امكنها ان تحصل الايقاع الذي احست به والاصوات القوية جدا ولو من الاصوات البشرية في مكان [illegible] الذي [illegible] العود [illegible] وصوت المدفع او الناقوس الكبير يهز تلك الالواح بل ربما كسرها وبالجملة فالاتصال الصوتي يحصل في جميع الآلات الوترية ذوات الصناديق كالعود والقيثارة ونحوهما .

الفصل العاشر في اهتزاز السوائل بالصوت

اعلم ان الهواء كما يهتز مثل بقية السوائل المرنة من صوت طلق البارود او صوت القرع على جسم مرن كناقوس ونحوه كما ذكرنا يهتز من انقسام الهواء المندفع من الفم على حرف جسم كالورق وحد السكين والطقطقة اللطيفة التي تحصل من المصباح الفيلسوفي ناشئة من اهتزاز الهواء والمصباح المذكور هو مصباح ينشئ غاز الايدروجين صورته في الشكل (١١٣) وهو اناء ذو فوهتين كالمرسوم عليه ب توضع فيه برادة الحديد ويركب عليه انبوبتا ن هـ ثم يصب من انبوبة س الحمض الكبريتي المضعف بقدره ثلاث مرات او اربعا من الماء شيأ فشيأ فينتشر الغاز الايدروجيني في الحال من الانبوبة الصغيرة هـ التي طولها من ثمانية قراريط الى اثني عشر وقطرها من خط

الى خلين وطرفها الاعلى مصوب على مصباح [illegible] حتى [illegible] نهاية الدقة فاذا انطلق الغاز طرد الهواء من الاناء واشتعل في طرف الانبوبة [illegible] خفيف فاذا ركب على هذه الانبوبة انبوبة [illegible] واسعة يكون اعلاه [illegible] وسامع صوت خفيف او ثقيل على حسب بعد الطرف [illegible] الصوت في ظهور [illegible] لشعلة بسبب [illegible] الانبوبة [illegible] لانه ينجذب منه الاول [illegible] بسرعة [illegible] فشيأ وبعلم ذلك [illegible] اهتزازات [illegible] بطء الاهتزازات واختلاف الاصوات [illegible] هذا [illegible] الصوت الذي يسمع من [illegible] على اهتزاز الهواء وصورة هذه الآلة مرسومة في [illegible] من نحاس قطرها من [illegible] الى ثلاثة [illegible] ف ف وسطحها العلوي المرسوم عليه [illegible] عليها [illegible] تسمى [illegible] الهواء داخلة في اسطوانة [illegible] اسفلها [illegible] ان [illegible] في سطح [illegible]

[illegible]

(١١٥) [illegible] من المسافة [illegible] وهذا الترس [illegible] ذلك الترس على [illegible] الترس دائرة من ثقوب [illegible] الى الداخل وتلك [illegible] ثقب او [illegible] دفعة واحدة [illegible] فالتضيب في [illegible] بسرعة [illegible] متباعدة عن البرمة فلا [illegible] الاعلى [illegible] واحد [illegible]

بواسطة ذراع بالعرض مثبت فى مركزها وكل من العجلتين يحمل عقربا يدور على ... ساعة ليستدل باحدهما على سرعة حركة القرص والثانى على عدد دوراته ويسمى بالحاسب وطريق معرفة تكون الاصوات من بنت الماء انا لو فرضنا ان فى القرص عشرة ثقوب وفى سطح ت ثقبا واحدا ومن المعلوم ان ثقب سطح ت ينفتح وينسد فى كل دورة دارها القرص عشر مرات لكان الهواء الخارج من مرسلة الهواء المندفع فى اسطوانة ف ينفذ بقوة عشر مرات ويقف كذلك وهذا اما ان يحصل فى ثانية او فى عشر ثانية او فى عشر عشر ثانية على حسب كون القرص يدور فى الثانية دورة واحدة او عشرا او مائة ولا شك ان اندفاع الهواء بالقوة وانقطاعه دفعة يسبب بين كل فتح وغلق هزة وذلك حينما يتلاقى ثقب سطح ت بثقوب القرص فيكون الحاصل عشرين هزة او مائتين او الفين فى الثانية وعلى حسب عدد الهزات تكون درجات الاصوات الصادرة ... الا ف واذا فرضنا ان لسطح ت عشرة ثقوب لا ثقب واحد ... ان الصوت الحاصل منها اقوى من الحاصل من الثقب الواحد بعشر مرات لان كل ثقب من العشرة يفعل ما يفعله الواحد وكل من الشكل ... وقطر الثقوب يؤثر فى الحان الآلة فان كانت المسافات متقاربة جدا اقرب الصوت من صوت البشر وان كانت متباعدة قرب من صوت النفير وكيفية العمل بهذا الجهاز البديع الذى تنشأ عنه الاصوات فى السوائل ان يوضع هذا الجهاز اعنى بنت الماء فى اناء كبير تثبت فيه تثبيتا متينا فتصير القصبة التى هى مرسلة الهواء مرسلة للماء لاتصالها بانبوبة من رصاص مملوءة ماء منتهية فى قابلة اعلا منها بثلاثة عشر او خمسة عشر قدما ويوجد فى القصبة قبيل مدخلها فى الاسطوانة حنفية ف ف تحرك الآلة على حسب الارادة فتملأ اسطوانة ف ف ماء حتى يطفح من ثقوب القرص ثم تفتح الحنفية فيندفع الماء بقوة ويدور القرص وينشأ من ذلك صوت واضح جدا وبعد قليل تغوص الآلة ويسمع الصوت اجود مما كان ومادام الماء يزيد فوق السطح الى ان يبلغ بعض قراريط يكون الصوت انقى واقوى فاذا زاد عن

تلك القرار يط اختنق بالكلية بسبب ثقل الماء ثم ان شرح تولد الصوت بالماء
كشرح تولده بالهواء او الذى اخترع بنت الماء من مدة بعض سنين
كانيازدى لا تورهدا وقد يحصل دوى خالص على دق واحد فى باطن الماء
اذا تسلط عليه سلسول شرار الكهربائية * فلو هيء جسم انز لباوى على
وجه به تقع الشرارات الكهربائية على نوع [illegible] نوعة من جسم بين من
الايدروجين وجسم من الاوكسيجين انفرقعت تلك الفرقعة وتولد من ذلك تحت
الماء لفظ واضح

الفصل الحادى عشر فى الآلات الهوائية

من المعلوم ان الصوت متى وقع فى الهواء [illegible] الجهات
فى آن واحد فيكون تأثر الاجسام الرنانة منه [illegible]
وهذا الاشك موجب لضعف الاصوات بخلاف ما اذا وقع [illegible]
بجوف جسم اسطوانى املس فان ذلك من حيث انه يجمع الصوت [illegible]
موجبا لقوته فيتمكن به من السماع من بعد عظيم وربما كان [illegible]
الى [illegible] من السماع به فى محل منشأه وقد التفت لذلك اهل [illegible] فعملوا
فى سريان الصوت مجارى من [illegible] قطر الواحد [illegible] على رواق
من [illegible]
فى [illegible] الصوت الى [illegible] كان من اماكن البيت [illegible]
فى مبدأ مجرى من تلك المجارى ولو صوت خفى ولا يحتاج لصراخ وذلك
انتقال اذا اراد ان يطلب شيأ ممن هو فى اقصى مكان من البيت وقد [illegible]
سرعة سريان الصوت فى المجارى المذكورة [illegible]
انه سمع [illegible] صوت [illegible] وقت [illegible] فى مجرى ماء من
حديد اين طولها ٩٥١ مترا [illegible] على انه [illegible] تحصيل صوت
قوى من اهتزاز عمود [illegible] من الهواء بواسطة الآلات الهوائية وعلى تسهيل
توصيل ذلك العمود للصوت وسرعة [illegible] تلك الاهتزازات فى ذلك ما يخصك

فى الالات الا نشية منسوبة للانش وهو ريشة بالوص المزمار فانه تسليط قليل من الهواء بواسطة ريشة البالوص على عمود الهواء الذى فى اسطوانة المزمار لتحدث اهتزازات رنانة فى ذلك العمود فيقوى الدوى ويعلو الصوت ومنه ايضا ما يحصل فى آلات الصفير كالصفارة والشبابة وغيرهما فانه احداث اهتزازات فى الهواء المنحصر فى جوف اسطوانة الصفارة بواسطة دفع تيار سريع من الهواء فى فتحة صغيرة فيها بجسم حاد يكسر الهواء ويقسمه فيقوى الدوى ويعلو الصوت بنغمات مخصوصة وعلى حسب طول الاسطوانة وقصرها وسرعة تيار الهواء وبطئه تكون دقة الاصوات وغلظها والهواء المنكسر على الجسم الحاد من اعلى الى اسفل يهز الهواء الذى فى باطن الاسطوانة فيقع الصوت المخصوص ثم ان هذا الاهتزاز قد يرجع من اسفل الاسطوانة الى اعلاها اذا كان الاسفل مسدودا فلو كان بدلها ... فى الفتحة الصغيرة بالوص المزمار انفتح وسد بحركته وارتج ... سطح من الهواء بسرعة عظيمة فتنشأ من ذلك الاهتزازات الاولية التى تهز بعد ذلك جميع الهواء المنحصر فى الآلة والهواء المنفوخ بالشفتين على حواف الفتحة المستدير للشبابة ينكسر على حواف الفتحة ويهتز والثقوب المصفوفة فى طول هذه الآلات توضع عليها الاصابع وترفع ليقصر الصوت او يطول فى لحظات قريبة على حسب الارادة والنفير وبوق الصيد من هذا القبيل فى توجيه الهواء الى قصبة ذات حافة حادة لتتولد الاهتزازات الاولية غير ان كلا منهما ينتهى بصيوان ليقوى نقل الاصوات من الاسطوانة الى الخارج وتنتشر وبقى من بوق الصيد ذو الصيوان على النار فقد منه الصوت الرنان وصار صوته اسم مكتوما

الفصل الثانى عشر فى الصوت الحيوانى

الصوت لا يوجد الا فى الحيوانات ذوات الرئة كالحيوانات الثديية والطيور والهوام وغيرها لان الصوت انما يتكون من اندفاع الهواء المنحصر فى الرئة

بواسطة العضلات الزفيرية فانها كدفتي المنفاخ تكبس على الرئة فيندفع
الهواء منها الخارج في القناة المسماة بالقصبة الرئوية التي هي مكونة من
حلقات غضروفية متصلة ببعضها باغشية صغيرة لتنقبض وتنبسط فتقصر
او تطول وتتضيق او تتسع على حسب الارادة وهذه القناة تنتهي الى الاعلى
بجسم يسمى بالحنجرة … موجهة … من الخلف
الى الامام تتحد شفتاها وتنضمان حتى تتلاصقا … قاعدة اللسان
طابق يسمى بطابق الحنجرة او لسان المزمار حيث … المزمار
فيرتفع وينخفض كي يسده عند الحاجة وبالجملة فالقصبة الرئوية عبارة عن
الهواء اسطوانة مزمارية … طولا وعرضا … الصوت
الصوت وانواعه من … الدقيقة … المزمار …
بالوصيتين سائبتين حرتين تتحركان وتهتزان الى بعضهما … الاهتزازات
الرنانة والذي ينوع هذه الهزات بانخفاضه وارتفاعه …
لسان المزمار واعلم ان الاصوات تتنوع ايضا من مرورها في الفم على حسب
توسيعه وتضييقه والنهايات المرتفعة خلف الحفر الانفية تقسم الهواء …
وتحفظ منه جزءا في تلافيف الخيشوم لتبقى غنة الصوت ولم … صوت
… اذا كان الانف مسدودا او ضيقا اكثر الصوت … مفقودة
او … تولد الاصوات من المزمار …
القصبة الرئوية من اسفل الحنجرة

الفصل الثالث عشر في تكوين السمع

آلة السمع في الانسان … لادراك الاصوات اذ هي … على
الاذن الظاهرة التي هي الصيوان … الاجزاء الهوائية …
للاصوات والقناة … تتصل بالصماخ
الذي هو سدادة فاصلة بين الاذن الظاهرة والباطنة وخلف هذا الغشاء
مسافة تسمى بصندوق الطبلة …

تسمى بوق اوستاكيوس مغشاة بغشاء رخو مخاطى فى جميع طولها منفعتها
تجديد الهواء فى الاذن الباطنة ويوجد فى صندوق الطبلة اربع عظيمات
متصلة ببعضها على هيئة سلسلة متحركة احد طرفيها مثبت فى غشاء الطبلة
والثانى فى فتحة من الخلف تسمى الكوة البيضية مغطاة بغشاء مخاطى ايضا
وبجانب الكوة البيضية الكوة المستديرة مسدودة بغشاء ايضا وفى باطن الجزء
الصخرى من العظم الصدغى تلافيف متعرجة مكونة للتيه الذى هو مكون
من الدهليز الذى هو مسافة صغيرة ومن جزء ملولب يسمى الحلزون ومن ثلاث
قنوات صغيرة هلالية مملوءة من جواهر رخوة مجهول منفعتها والتيه كله
مملوء بسائل ضرورى للسماع بحيث لو انفجر غشاء احدى الكوتين وخرج منه
هذا السائل لحدث الصمم بخلاف غشاء الطبلة فانه قد ينخرق ويبقى السمع
وان كان مع بعض تغير فيه والصيوان فى الحيوانات الجبن طويل متحركة جدا
ليتمكن من التقاط ادنى الاصوات فكانه قرين السمع وغشاء الطبلة يتوتر بالعضلات
المحركة للعظيمات اذا تأثر من الهواء الحامل للاهتزازات الصوتية والهواء
المنحصر فى صندوق الطبلة معد لتوصيل الاصوات للاذن الباطنة ويقال ان
العظيمات الاربع مرتبطة بادراك الاصوات اللطيفة والفروق الواهية جدا
التى تقع بينها بدليل انها اذا انعدمت من داء نشأ عن ذلك فقدان دقة حس
السمع والاعصاب اللطيفة الرخوة المنتشرة فى جميع هذه الاجزاء هى التى بها
تدرك الاصوات فهى المكونة لحس السمع

الباب الحادى عشر فى الكهربائية وفيه خمسة عشر فصلا

الكهربائية سيال فى غاية اللطافة منتشر فى جميع الاجسام بمقادير مختلفة
وله اوصاف مخصوصة يأتى التنبيه عليها وتنشأ عنه حوادث عجيبة جديرة
بالاهتمام بها وانما سمى هذا السيال بالكهربائية لان اول ما عرف وجوده فيه
من الاجسام هو الكهربا وهذه التسمية هى ترجمة تسميته فى اللغة الافرنجية
فانه يسمى ايليكتريسته من ايليكترون وهو الكهربا واول من عرف وجوده

في الكهربا الفيلسوف تاليس الملطي فانه اخذ قطعة من الكهربا ودلكها
فوجد انها تجذب قصاصات الورق وقش التبن ونحوه اذا قرب منها فاندهش
من هذه الخاصة العجيبة وظن ان الكهربا ذات روح وذكر اليونان ذلك
في مؤلفاتهم ونسبوها الى تاليس وتركت في زوايا النسيان مدة قرون الى ان
راها طبيب انكليزي من مدينة كولشستر يدعى جلبرت فدرسها وخطر بباله
ان يجرب غير الكهربا من الاجسام فراى ان الزجاج والشمع والراتينج وبعض
الاحجار الثمينة والكبريت توجد فيها هذه الخاصة اعني الجذب بالدلك وجربها
تماما واثبت ذلك غير انه لم يلتفت الى نفور الاجسام الخفيفة وبعدها عن
الجسم الجاذب بعد [illegible] وقد اتفق [illegible]
فاخترع الالة الكهربائية [illegible] اذا قرب كرة صغيرة
من جسم خفيف كقشر الفلين [illegible] معلقة بخيط من الحرير
للجسم المكهرب بالدلك ثم ظهر ان الكرة المذكورة اذا جذبت [illegible]
تكهرب بالدلك ثم نفرت عنه وراى قطعة من الراتينج اجتذبت [illegible]
[illegible] وهكذا عكسه فعرف من ذلك ان الكهربائية نوعان زجاجية
وراتينجية والذي عرف هذين النوعين هو المعلم دوفاي الطبيعي الفرنساوي
ثم سميت اولاهما بالموجبة وثانيتهما بالسالبة وهذه التسمية ناتجة عن راي
[illegible] المادة الكهربائية في بعض الاجسام [illegible] وفي بعضها
قليلة [illegible] من المفرطة بالموجبة ومن القليلة [illegible] بالسالبة ونوعا
الكهربائية [illegible] في جميع الاجسام وانما [illegible]
للمتسلطين ثم ان اتفق الجسمان في نوع الكهربائية تنافرا وان اختلفا فيه
تجاذبا والمستعمل في ايقاظ ذلك الاجسام لاظهار كهربائيتها الشعر والوبر
والصوف والحرير (تنبيه) اذا دلك جسمان مختلفان في الكهربائية [illegible]
كهربائيتهما فينشأ من كل منهما [illegible] فاذا دلك الراتينج بجلد السنور
او الصوف اكتسب منه الكهربائية الزجاجية واذا دلك بهما الكبريت او الزجاج
المدهون بالملغم اكتسب الكهربائية الراتينجية وحيث ظهر بالدلك ان احد

الجسمين فيه الزجاجية والاخر فيه الراتنجية فلنجزم بان الكهربائيتين موجودتان طبيعة في الاجسام متحدتان فيها وهذه الحالة اعنى حالة وجودهما متحدتين تسمى بالكهربائية الطبيعية والحالة البسيطة للاجسام اى التى لم تظهر فيها كهربائيتها تسمى حالة الخمود لخمود الكهربائيتين فيها فاذا اريد ايقاظ خاصة الجذب فيها لكثت وطريق اثبات وجود الكهربائية ان يؤتى بقرصين املسين احدهما من زجاج والاخر من معدن كالنحاس وصورة القرصين مرسومة فى الشكل (١١٦) وفى مركز كل منهما قضيب من زجاج فى نقطة ب من الشكل المذكور ليمسك منه القرص عند الدلك وعند تبعيده عن صاحبه ثم يطبق احدهما على الاخر فاداما منطبقين لا تظهر فيهما كهربائية بحيث لو قرب منهما بندول كهرباءى اعنى كرة صغيرة من لب السنبق معلقة بخيط من حرير لا ينجذب البندول نحو واحد منهما فاذا افترقا عن بعضهما اجتذبه كل منهما نحوه فيعلم من ذلك انهما متكهربان الزجاج بالزجاجية والنحاس بالراتنجية يعنى ان الزجاجية ويقال لها الموجبة هى المتسلطنة فى القرص الزجاجى والراتنجية ويقال لها السالبة هى المتسلطنة فى القرص النحاسى وهناك وسائط اخرى تظهر الكهربائية وهى الضغط والملامسة والحرارة والاتحاد الكيماوى وسنتكلم عليها فيما بعد غير ان الذى يجب ان ننبه هنا انه متى ظهرت احدى الكهربائيتين فى جسم لا بد وان تكون فيه الاخرى والازم ان الحالة الطبيعية للاجسام تتغير على انه لم تعرف حالة ظهرت فيها احدى الكهربائيتين بدون ان تظهر الاخرى

الفصل الاول فى الاجسام الموصلة للكهربائية

كانوا فى الزمان القديم يعتقدون ان كثيرا من الاجسام لا كهربائية فيه كالمعادن فانهم اذا فعل بها ما فعل من الامتحانات لا تظهر منها علامة كهربائية الى ان ظهر المعلم استوفان غريية الانجليزى واظهر ان عدم ظهور الكهربائية فى المعادن ليس لعدم وجودها فيها وانما هو لعدم حفظها لها مدة

لانه متى رفع عنها الدلك كنت الكهربائية فيها فيتوهم ان لا كهربائية فيها
واظهر ايضا ان من الاجسام ما لا يتكهرب منه الا المحل الدلك ومنها
ما يتكهرب كله فلذا قسم الاجسام الى ما هو غير موصل للكهربائية اعني انه
اذا تكهرب جزء منه حفظت الكهربائية في ذلك الجزء ولا تسري منه لبقية
الاجزاء والى ما هو موصل لها وهو الذي تسري الكهربائية من بعض
اجزائه الى باقيها والاجسام الغير الموصلة هي الزجاج والصمغ والراتنج
والكهربا والشمع الاحمر والحرير والصوف والورق والخشب الجاف والكبريت
والغاز الجاف واكثر الاحجار الثمينة وغير ذلك والموصلة هي المعادن والسوائل
غير الزيوت وما هي من الموصل الرديء والجواهر النباتية والحيوانية والفحم [illegible]
والغازات الرطبة وغير ذلك والاجسام الغير الموصلة تسمى ايضا بالعوازل لانه متى
حمل الجسم العازل جسما غير عازل كان المحل معزولا وظهرت فيها الكهربائية
بالدلك بسهولة ولذا تسمى ايدوايلكتريك اي المتكهربة من ذاتها بخلاف التي
لا تظهر فيها الكهربائية اصلا او تظهر فيها قليلة جدا فانها تسمى انايلكتريك
اي غير المتكهربة من ذاتها

الفصل الثاني في الايلكترسكوب اي المستقصية الكهربائية

والايلكترومتير اي مقدار الكهربائية

آلات معرفة طبيعة الكهربائية من الاجسام تسمى بالايلكتروسكوب وآلات
معرفة مقادرها وقوة انتشارها تسمى بالايلكترومتير ومن حيث انه قد
يرسم في الآلات الاولى ما به يعرف مقدار الكهربائية وقوة انتشارها يكون
الاسمان لشيء واحد غير انه يختلف الاسم باعتبار ما تستعمل الآلة فيه فان
استعملت لمعرفة طبيعة الكهربائية من كونها زجاجية او راتنجية سميت
بالايلكتروسكوب وان استعملت لمعرفة كميتها وشدة انتشارها سميت
بالايلكترومتير واختراع الآلات المذكورة مؤسس على القاعدة السابقة
وهي ان الكهربائية ان اتحدت في الاجسام تنافرت الاجسام وان اختلفت

فيها تجاذبت وبنى تركيب هذه الالات على ان تكون مشتملة على اناء كدورق اوناقوس من زجاج له موصل ثابت وموصل ينتقل وابسط هذه الالات واسهلها البندول الكهربائى المرسوم صورته فى الشكل (١١٧) وهو كرة صغيرة من لب السنبق معلقة بخيط من الحرير فى حمالة من زجاج وطريق الامتحان بها ان يقرب منها الجسم فان لم تجذبه اليها علم انه لاتظهر فيه الكهربائية وان جذبته كانت فيه ظاهرة ثم ان اريد معرفة نوع كهربائيته فليقرب منها جسم كهربائيته راتنجية فتتكهرب منه ثم يقرب منها سريعا الجسم المراد معرفة نوع كهربائيته فان جذبته علم ان كهربائيته زجاجية وان نفرعنها علم ان كهربائيته راتنجية وقدمر ان الايليكتروسكوب انواع فنها الايليكتروسكوب الهاوى نسبة للمعلم هاوى ويسمى بالابرة الكهربائية وصورته مرسومة فى الشكل (١١٨) وهو ابرة من نحاس فى طرفيها زران من نحاس ايضا مرسوم عليهما ت وهما مجوفان ليكونا خفيفين جدا وتباعدهما عن النقطة المتوسطة ب على حد سواء وفى النقطة المذكورة جسم مخروطى من عقيق فيه حفرة من الاسفل مخروطية ايضا ليرتكز عليها السن الدقيق الذى من الفولاذ المنتصب ض فتكون الابرة متحركة جدا وعند استعمال هذه الالة توضع على قطعة من زجاج لتكون معزولة تحفظ مايعطى لها من الكهربائية زمنا ثم يقرب منها جسم مشحون باحدى الكهربائيتين ثم يقرب لها المراد معرفة طبيعة كهربائيته فتعلم حقيقة ذلك مما يحصل من الجذب او النفور * ومنها الايليكتروسكوب الذهبى اى الذى له ورقتان من الذهب ويسمى ايليكتروسكوب المعلم بنيت بفتح التحتية وكسر النون المشددة وصورته مرسومة فى الشكل (١١٩) ويتكون من ناقوس يحوى ورقتين من الذهب ه ه ضيقتين معلقتين فى قضيب من نحاس فى طرفه العلوى زر او حلقة مرسوم على محله ن والقضيب المذكور موضوع فى الناقوس الذى هو من زجاج لصيانة الورقتين عن اضطرابهما من الهوى ومطلى باللك من محل

تونه في عنق الناقوس والناقوس مغلى باطنه من ب ال ث بطبقة
رقيقة من القصدير لئلا يتفرغ الموصلان المتحركان وهما ورقتا الذهب من
كهربائيتهما فتتشوش التجربة وذلك لانهما اذا فرجتا ولامستا الزجاج
[illegible] كهربائيتهما فتتشوش العملية ويجعل الناقوس قرص
من نحاس [illegible] من الدمل [illegible] معرفة كهربائية الاجسام
[illegible] ان تكهرب اولا [illegible] من [illegible]
يقرب منها جسم معروف الكهربائية ثم يضع المقرب اصبعه [illegible] على
طرف كرة [illegible] الكهربائية الخارجة من الآلة وتقع في الارض [illegible]
[illegible] اولا وبعده الجسم فتبقى الذهب [illegible] مشحونة بالكهربائية [illegible]
للكهربائية المضادة [illegible] الكهربائية الذاتية [illegible] الالكتروسكوب [illegible]
ويقال له ذو التبنتين وصورته مرسومة في الشكل (١٢٠) وهو [illegible]
غير ان فيه بدل ورقتي الذهب قشتين من تبن خفيف طولهما [illegible] قيراطين
ومعلقتين بالقضيب من النحاس في حلقتين صغيرتين جدا او [illegible]
مرسوم على احد اضلاعه خطوط بها يعلم مقدار تباعد القشتين [illegible]
مقياسا لمقدار الكهربائية في الاجسام فمتى قرب للكرة او الزر الذي في اعلا
القضيب جسم مكهرب تباعدت القشتان عن بعضهما بمقدار [illegible]
[illegible] ومنها الالكتروسكوب ذو الكرتين [illegible] السابق وهو [illegible]
الذات فيه بدل التبنتين كرتين صغيرتين من [illegible] السابق معلقتين بسلكين
رفيعين جدا من معدن والمخترع له المعلم كرانوالطيس الانكليزي وصورته
مرسومة في الشكل (١٢١) وبدل الصفيحتين من القصدير كرتين من نحاس
[illegible] موضوعتين على قضيبين من معدن ايضا لتفريغ الكهربائية
ولا يدق بجميع انواع الالكتروسكوب من ان يغطى الزجاج [illegible] الاناء
بطبقة من [illegible] لكي [illegible] يكون القضيب [illegible] واحسن انواع
الالكتروسكوب واكثرها استعمالا هو المسمى الكتروسكوب اذ به يعرف
وجود الكهربائية ونوعها وصورته مرسومة في الشكل (١٢٢) وهو

ـــــ وز من خيط من حرير خام ف ف وابرة من صمغ اللك ن ن
ف ، ' يفهما قرص صغير من كهرمان ث اوورقة مذهبة وهكذا ف صغير ط
يب عليه الخيط عند الحاجة والخيط المذكور مار فى وسط انبوبة من زجاج
ص ص لها غطا تحركه حتى يدار عند لف الخيط ان كان مسترخيا ويحوى
ذلك كله صندوق اسطوانى من زجاج وهو يصون الجهاز الذى فى باطنه
عن اضطرابه من الهواء ومرسوم فى دائرة د د حلقة من خطوط لمعرفة
مقدار الكهربائية فى الاجسام المختبرة وانما كان من زجاج ليبصر ما يقع
فى الجهاز الذى فى باطنه وفى غطاء هذا الصندوق قصبة فيها قضيب من نحاس
ق ينتهى طرفاه بكرتين من نحاس ايضا فاذا اريد معرفة مقدار ما فى الجسم
من الكهربائية رفع هذا القضيب وانزل بدله فى محله الجسم المراد معرفة
كهربائيته شيأ فشيأ ومقدار جذب الجسم للقرص الكهربائى او تنفيره على
حسب ما فيه من الكهربائية فان كان الجسم مكهربا جدا فبدل ان يدخل
فى الصندوق من فتحة ق يمرر للكهرمان من خارج الصندوق ولابد من ان
تعلق الابرة من مركز ثقلها الذى هو الوسط الحقيقى لتكون فى الموازنة التامة
فتدور من ادنى كهربائية فان كان المراد معرفة طبيعة الكهربائية من جسم
شحنت الابرة بكهربائية معروفة بواسطة قضيب ق المرسوم فى الشكل
(١٢٢) المار او بواسطة القضيب الصغير المرسوم فى الشكل (١٢٣)
فتعرف طبيعة كهربائية الجسم بتقريبه من احد القضيبين وفى هذه
الامتحانات ينبغى ان يجتهد فى مماسة الزر الباطنى من قضيب ط او قضيب ف
للكهرمان عند ما يشحن ذلك القضيب بالكهربائية * ومنها الاليكترومتر
ذو وجه الساعة المرسوم فى الشكل (١٢٤) وهو مكون من قضيب معدنى ق
اعلاه نصف دائرة من عاج د مرسوم على حافتها خطوط هى عدد الدرجات
ومثبت فى مركزها قضيب رفيع من عاج ايضا فى طرفه كرة صغيرة من لب السنبوق
فاذا اريد معرفة قوة انتشار الكهربائية وضع هذا الجهاز على الالة الكهربائية
حال اعمالها فبارتفاع الكرة تعرف قوة انتشار الكهربائية (تنبيه) اذا كان

الهواء رطبا اتشرب الكهربائية بسرعة فلا ينبغي ان تعمل التجربة الا بعد
ان يجتهد في تخفيف الهواء المنحصر في الالات بان يوضع فيها قطع من مرويات
الكلس لانه كثير التشرب للرطوبة ويلزم ان يجفف الهواء المحيط بالالات
ايضا بان يوضع في نواقيس كبيرة من زجاج ويوضع في تلك النواقيس بعض
الجواهر التي من خواصها امتصاص [illegible]

الفصل الثالث في سريان الكهربائية من جسم الى آخر

سريان الكهربائية بين الاجسام اما ان يكون مع الملامسة واما ان يكون مع
البعد فالسريان مع الملامسة ان كانت الاجسام فيه جيدة التوصيل كان سائلا
في محل الملامسة [illegible] الكهربائية الملموس [illegible]
الملامسة فقط كان الملموس [illegible] ذلك [illegible] الاجسام
فيه جيدة التوصيل كان السريان من جميع الاجزاء [illegible]
مشاهدة الكهربائية فيها على حسب سعة سطح الجسم فان كان الجسم [illegible]
بالارض فلا تشاهد كهربائيته لان سطحه وسطح الارض حينئذ كشيء
واحد وسطح الارض لا يظهر فيه كهربائية ويقال حينئذ ان
الكهربائية انصرفت الى المستودع المشترك وهو الارض وان كانت الاجسام
واسطة بين [illegible] متوسطة
ايضا نحو الورق والقطن [illegible] الناشفين [illegible] فيهما الكهربائية من
بعد ما من محل الملامسة [illegible] تسري فيه الكهربائية بين الجسمين
بواسطة شرارة كهربائية [illegible] فاذا قرب قضيب معدني
او منفصل [illegible] الكهربائية [illegible] سائلة الكهربائية تولد
بينهما شرر كهربائي وفرقعة [illegible] الصوت ثم ان كانت [illegible] قوية
الكهربائية انجذب منها الشرر الى [illegible] بفرقعة
كصوت الفرقعة هذا اول من [illegible] الشرر الكهربائي المعلم [illegible]
ثم بعده [illegible] الفرنساوي [illegible] فانه هو الذي اظهر [illegible]

العقول بالشرر من جسم بشرى مسك الالة الكهربائية حال دورانها وفصله عن الارض بواسطة انما يجلسه على العازل الذى هو كرسى من خشب قوائمه من زجاج والانسان فى هذه الحالة لا يرشح من نفوذ الكهربائية فيه وانشحانه منها ثم ان كانت الالة جدا قوية احس بنسيم يقع على الجلد وارتجف منه الشعر وفى بعض الاوقات يخرج من ذلك الشعر شرر كالشعلات الصغيرة فاذا قرب انسان مفصل اصبعه من ذلك الرجل او جسما موصلا انصبت اليه شرارات كهربائية طويلة وحصل للمقرب اضطراب كهربائى لكنه لا يؤذيه ثم ان كان مقدار الكهربائية كافيا لاحداث الشرر من قيراطين او ثلاثة احس الانسان بالاضطراب الى المرفق وانثنى منه الساعد وان كان كافيا لاحداثه من ستة اقدام او ثمانية وصل الاضطراب الى الصدر وحصل فى الجسم كله رجة عظيمة والحذر ثم الحذر من الزيادة على ذلك فى التجربيات والانسان المعزول الجالس على الكرسى المذكور يحس بالرعده مثل المباشر والشرارة الكهربائية شديدة الحرارة وان لم تحرق الانسان واشدة حرارتها لو قرب اليها زهر شمعة منطفئة حالا لاتقدت ولو قرب اليها ايتير فى اناء صغير من زجاج او نحاس المرسوم بالشكل (١٢٥) فى وسطه زر بارز عن الايتير لالتهب بل لو قرب الايتير المذكور لانسان مكهرب متعزل على الكرسى لالتهب الايتير لكن بشرط ان تقع الشرارة على الزر البارز عن الايتير لا على نفس الايتير والشرارة الكهربائية تلهب الغازات ايضا وقد اسس المعلم وولطه طبنجته على ذلك وللطبنجة المذكورة صورتان كالمرسومتين فى الشكلين (١٢٦) و (١٢٧) وتكون من نحاس او زجاج سميك وفى القرب من رأسها زران بارزان ب ب وزران باطنان متقاربان جدا وفى طرفها فتحة د فاذا اريد تعميرها ملئت من الفتحة بغاز يكون من حجم من الاوكسيجين وحجمين من الايدروجين ويكفى ان يوضع فيها الايدروجين وحده لانه يختلط بالاوكسيجين الهوائى الذى فيها ثم تسد بسدادة من خشب الفلين والزران المذكوران شدتان بسلكين من نحاس يمران فى انبوبتين صغيرتين

من زجاج ويثبت السلكان فى الانبوبتين بالشمع الاحمر فاذا اريد اطلاقها اسلطت الشرارة الكهربائية على الرانظافر فتسرى على السلك حتى تصل للفاز الذى بين الزرين الباطنين فيلتهب وتقذف السدادة بعنف فيحصل صوت كصوت الطبنجة وتقذف السدادة بعيدا كالرصاصة

الفصل الرابع فى الكهربائية بالتاثير وتحليل الكهربائية الطبيعية من بعد

اذا اثر جسم مكهرب فى جسم موصل ولو كان بينهما بعد عدم تعادل تركيب الكهربائية الطبيعية للموصل وامكن ان يكتسب كهربائية جديدة فاذا انقطع تاثير الجسم المكهرب تحصلت تلك الكهربائية ولذا سميت الكهربائية بالتاثير والمثال لذلك بما هو مرسوم فى الشكل (١٢٩) ح رفيه ك فيه حلقة من نحاس معلق فيها كرتان صغيرتان من لب ... ق بخيط رفيع من معدن والحلقة المذكورة معلقة بخشاف او انبوبة من زجاج فاذا ادنيت الحلقة من الجسم المكهرب كهربائية راتنجية ... مارما بينهما ثم قدم تباعدالكرتان عن بعضهما الى ب ب فان كان بينهما اقل من قدم اوزيد فى قوة الكهربائية بوجود جسم جديد مكهرب كهربية راتنجية زاد البعد بين الكرتين عن ذلك بدون ان يخرج شرر ... زوال الدنو و انقطع التاثير ...

... دليل على ان كهربائيتهما واحدة ولدليل على انهما ... عند زوال الدنو وانقطاع التاثير ... لانهما لم يفترقا الا بعد ان انفصل تركيب كهربائية الكرتين ... ودهبت الزجاجية الى الحلقة بجذب جسم ... والراتنجية الى الكرتين ... الكهربائيتين ... التساوى ...

والدليل على انفصالهما ... الكهربائية المجتمعة ... فى الحلقة ... زجاجية ... بالحلقة ...

صفيحة من زجاج قطرها بعض خطوط من قيراط ملصق به من الوسط او الحواف عمود رفيع من صمغ اللك او من زجاج مطلي بالصمغ ثم ان الجسم المكهرب بالتأثير يكهرب الجسم المقرب منه والمقرب يكهرب ما قرب منه وهكذا على التوالي كما هو مرسوم في الشكل (١٢٩) فان حرفي س ش فيه جسمان اسطوانيان موصلان ومنعزلان وحرف م طرف آلة كهربائية من الجسم المكهرب وحرف ط كرة من نحاس وحرف ب كرة صغيرة من لب السنبق فتباعد هذه الكرة عن الكرة التي من النحاس دليل على وجود الكهربائية والصليب المرسوم هكذا × اربع مرات في الجسمين وطرف الآلة والكرة من النحاس اشارة الى محل استقرار الكهربائية الموجبة والنصبة المرسومة هكذا ـ ثلاث مرات في الجسمين والكرة من النحاس اشارة الى محل استقرار السالبة وما حصل في الشكل السابق عند تقريب الجسم المكهرب يحصل في هذا الشكل فما قيل هنالك يقال هنا وكما استدل على محال الكهربائية هنالك بلمس سطح الاختبار للحلقة يستدل عليه هنا بذلك ايضا بان يلمس سطح الاختبار محل الصليب والنصبة فيأخذ السطح المذكور كهربائية محلهما غير ان هذا لا يوجد في جميع الاجسام الاربعة المصورة هنا اذ نقطة ذ من جسم س لا توجد فيها كهربائية اصلا ثم انه متى اتصلت نقطة ذ بالارض ذهبت منها الكهربائية الزجاجية وبقيت الراتنجية في جسم س كله بخلاف نقطة ق فانها اذا اتصلت بالارض ذهبت منها الكهربائية الراتنجية وبقيت الزجاجية وذلك بسبب قرب السلك الموصل الى نقطة م لانه كلما قرب لها تأثر منها كما يتأثر جسم س وينفر سياله الزجاجي نحو الارض والراتنجي الى اعلا جسم س نحو حرف ق هذا وقد ذكرنا ان الكهربائيتين الطبيعيتين ينحل تركبها ويفترقان ما دام المؤثر ويعود تركبهما ويجتمعان متى انقطع المؤثر وسرعة العود تكون كسرعة انقطاع التأثير وقد برهنا على ذلك بما في الشكل (١٢٨) من تقارب الكرتين من بعضهما كلما بعدنا عن جسم ص ولنذكر هنا برهانا

اوضح من ذلك المنقول اذا اخذت ضفدعة وهي حية وقطعت فخذها ووصل [illegible]
بسلك من معدن وعرضت الكهربائية الزجاجية حال خروجها من الآلة
لا يظهر لها حركة البتة الكونها اتصل منها بالكهربائية بالتأثير كهربائيتها
الطبيعية وذهبت الراتينجية في الجهة المعرضة للآلة وفرت الزجاجية بجهة
الارض بواسطة [illegible] يحصل [illegible] الكهربائية من قرب الفعل
المقابل للضفدعة عادلها التركيب كهربائيتها [illegible]
تشنج يحصل لها وهذا مما يدل على ان اجزاء الاجسام تضطرب [illegible]
رجوع حالتها الطبيعية لها يعود السائل [illegible]
الاضطراب يسمى في هذا العلم بصدمة الرجوع [illegible]
بالتأثير في الشكل (١٢٩) يوضح [illegible] (١٣٠) المرسوم فيه
طرف آلة كهربائية ط مكهرب كهربائية زجاجية لكونه مرسوما فيه
صليب هكذا × وهو علامة الزجاجية وبرس هو [illegible]
بالارض بواسطة سلسلة [illegible] مكهربة بالتأثير كهربائية راتينجية [illegible]
اليمنى لكونه مرسوما فيه نصبة هكذا ـ وهي علامة الراتينجية وبينهما
بندول ب فطرف الآلة الكهربائية الذي هو جسم ط يجذب البندول اليه
اولا حتى [illegible] فيجذبه البرس وهو جسم [illegible]
[illegible]
هو البرس [illegible] ب [illegible]
[illegible] من خشب اعلى [illegible] اربعة هذه الصورة
من معدن ويوضع بدل البرس [illegible] متصل بالارض [illegible]
فتلتصق الصورة [illegible] جسم ط [illegible]
اخرى وبذلك ترقص [illegible] من خشب [illegible]
منقوشة بان توضع بين صفيحتين [illegible]
بخمسة قراريط [illegible]
متصلة بالارض [illegible] بواسطة [illegible]

وذلك بان يؤخذ ناقوس من زجاج كالمرسوم فى الشكل (١٣١) له قعر معدنى ط متصل بالارض بسلسلة س وفى باطنه قرص ب متصل بالكهربائية بقضيب د المنتهى بحلقة س ويوضع فى باطن الناقوس جملة كرات من اب السنبق فى وصلت الكهربائية الى الناقوس تنابذت الكرات وارتفعت فى الناقوس بعد ان كانت قارة فى قعره وتصادمت وتساقطت وينشأ من ذلك طقطقة كطقطقة وقع البرد المتساقط

الفصل الخامس فى الاليكتروفوراى حاملة الكهربائية

هى من الالات التى تثبت الكهربائية بالتأثير وتحليل السيال الكهربائى الطبيعى بالتأثير والمخترع لها المعلم وولطه وهى كما فى الشكل (١٣٢) مركبة من جزءين احدهما فطيرة من راتينج م م صنعتها ان يذاب الراتينج ويصب فى سطح مدور من خشب او معدن حوافيه عالية بقدر قيراط او قيراط ونصف ولا بد أن يكون سطح الفطيرة مصقولا جيدا والثانى قرص من نحاس او خشب ص ص مغشى بورقة من القصدير يكون اضيق من الفطيرة بقيراطين وله يد عازلة من زجاج ط مثبتة فى مركزه فاذا تكهرب السطح الراتينجى كهربائية راتينجية بلمسه بجلد سنور مدة بعض ثوانى ثم مسك القرص من العازل ط وطبق على الراتينج ثم مس باصبع اليد الاخرى خرجت شرارة صغيرة هى الكهربائية الراتينجية فتسرى من الاصبع وتقع فى الارض فاذا رفع القرص فى الحال وجد مشحونا بالكهربائية الزجاجية واذا قرب لحافة القرص جسم او مفصل اصبع مرات عديدة خرج منه شرر بعدد مرات التقريب بدون ان يلمس الراتينج بجلد السنور ثانيا وفى هذه العملية تؤثر الكهربائية الراتينجية فى الكهربائية الطبيعية للقرص وذلك انما يحصل فى الطبقة الهوائية الرقيقة الحائلة بين السطحين فيحلل تركيب كهربائية قرص ص ووضع الاصبع على القرص انما يخرج الكهربائية الراتنجية لان الزجاجية منجذبة بقوة عظيمة من الراتينج والراتينج من حيث انه ليس موصلا لا تنفذ فيه الكهربائية

الزجاجية بل يبقى فى الوجه السفلى للقرص لكنه لا يظهر منه الشرر الا اذا مس
القرص بمفصل الاصبع بعد رفعه عن القرص الراتينجى وهذا لا [illegible]
كالآلة الكهربائية غير انه لا يستعمل الا اذا اريد [illegible] قليلة من الكهربائية
[illegible] مثلا لاجل اتحاد الايدروجين بالاوكسيجين او لاجل اطلاق
طبنجة ولطه ونحو ذلك

الفصل السادس فى الآلة الكهربائية

هى على اشكال مختلفة ومهما كانت اشكالها فهى مركبة من ثلاثة
اشياء دالك ومدلوك وموصل عازل والمستعمل للاكثر من اشكالها الآن هو
المرسوم صورته فى الشكل (١٣٢) فالمدلوك فيه قرص من زجاج مستدير
ص ص ص قطره اى عرضه فى الغالب [illegible] ووسطه محور
بين قائمتين ا ا ا ا خشبيتين من الاعلا بالقرص الزجاجى ويدار [illegible]
والمحور يد م تحركه حركة دولابية وفى الوجه الباطن لكل من القائمتين
بازاء ه ه وسادتان من جلد محشوتان من شعر الخيل مشدودتان [illegible]
على لوحين متينين كى لا تبرحا عن محلهما والوسايد المذكورة هى الجسم الدالك
ويلزم ليكون دلكها كافيا لاظهار الكهربائية ان يذر على سطحها فوق [illegible]
القصدير المسمى بذهب موسى وهو مركب من كبريت وقصدير او على طبقة
من ملغمة تصنع من الخارصينى و قصدير و[illegible]
مقداران متساويان ويضاف [illegible] على قدرهما من الزيبق المسخن
ويحرك وينبغى ان تكون القطعة التى تعلق بها الوسايد من احد هذين المخلوطين
خفيفة لا خشونة فيها [illegible]
قبل وضعها فى [illegible] يتبخر [illegible] الامر [illegible]
الهواء رطبا لان الرطوبة تشرب الكهربائية [?] بسهولة وتأخذها
وينبغى قبل العمل ان تنشف جميع قطع الآلة بخرقة من الصوف او [illegible]
لتكون دائما فى حالة الجفاف و [illegible] والموصل هو الاسطوانتان
المصنوعتان من [illegible] على [illegible] القرص و[illegible]

بصفو [?]

[illegible] كل [illegible] جيدا [illegible] ولا
[illegible] الكهربائية [illegible] الضار [illegible]
المذكورتان [illegible] من الزجاج [illegible]
[illegible] فيه داخلية لهاتين الاسطو[انتين] [illegible]
اسطوانتين من الصفر ايضا في تمسكهما من الحلق ونضعهما [illegible]
[illegible] في رأسه زر [illegible] هذا الجهاز [illegible]
[illegible] عليه [illegible]
[illegible] من [illegible] (١٣٠) [illegible]
من زجاج [illegible] وفي جميع [illegible]
القرص الزجاجي [illegible] ومن [illegible]
[illegible] وتحفظ منقنية [illegible] دائرة [illegible]
[illegible] من الاعلام [illegible] احدى [illegible]
[illegible] بواسطة الكهربائية المنتشرة في القرص وكيفية تشغيل هذه الآلة
[illegible] القرص [illegible] بين الوسائد [illegible] الاسطوانتين [illegible]
[illegible] تراكيب كهربائية الاسطوانتين [illegible]
[illegible] في الشكل (١٢٩) والراتنجية تعوض في الارض بواسطة [illegible]
[illegible] وذلك لانه بادارة الآلة وحصول [illegible] تنتشر من القرص الكهربائية
الزجاجية فتتشربها الاسطوانتان بواسطة الاسنان المعدنية [illegible]
الراتنجية الى الاسنان فيتشربها القرص ثم ينفرها كما [illegible] الى [illegible]
والوسائد تنفرها الى القوائم والقوائم الى السلسلة وهي [illegible]
تتزايد الزجاجية على سطح الاسطوانتين والقرص ويمكن استخراج الكهربائية
من الاسطوانتين متى اريد بتقريب الاصبع او جسم [illegible]
احديهما تخرج منها شرارة تفرغ الآلة من معظم الكهربائية [illegible]
اخرى عقب الاولى سريعا خرجت شرارة افرغتها بالكلية [illegible]
الى القضبان المعدنية [illegible]

(١٣٥) ومن اوائلها الآلة التي تحصل منها شرارات تستفرغ بها الآلة [illegible]
الراتنجية فقد نتج مما ذكرناه انه لا يستفرغ من الآلة الكهربائية المتعادلة
الكهربائية الزجاجية وأما الآلة المنسوبة لواندروم المرسوم صورتها في الشكل
(١٣٦) فتستفرغ بها احدى الكهربائيتين اما الزجاجية واما الراتنجية
على حسب المراد وهي [illegible] ان [illegible] ووضع الصفائح ان
اسطوانتيها ا ب [illegible] متوسطتان تمكن ادارتهما [illegible]
وقلبهما [illegible] لوجهي القرص وعلى العارضتين [illegible]
توضع الوسادتان واما استفراغ الكهربائية من احد الجانبين فان اريد تحصيل
الكهربائية الزجاجية ادير القوس الخارجي ا ا [illegible]
الشكل المذكور وحينئذ [illegible] طرف القوس في طرف [illegible]
ويدار القوس الاخر للاسطوانة المتقدمة ب ب ادارة [illegible]
الشكل المذكور ايضا بحيث يلامس طرفا القوس الوسادتين [illegible]
الا لتجذب القرص المتكهرب كهربية راتنجية الكائنة في وجه [illegible]
الموصلين حال بعده عن الحافظين كهربائية القوس الراتنجية الذي هو في هذه
الحالة متكهرب كهربية زجاجية وكذلك كهربية الكرة المعدنية ت التي [illegible]
عليها القوس التي هي راتنجية ايضا وجذب القرص لكهربائية القوس [illegible]
[illegible] القرص [illegible]
موصلين والراتنجية للقرص ثم الى الوسادتين ومنهما الى القوس الذي ب ب
ومنه الى الارض [illegible] الى الارض بواسطة سلسلة [illegible] وان اريد تحصيل
الكهربائية الراتنجية فليوضع القوس الخارجي ا ا [illegible] بحيث [illegible]
ملامسا للوسادتين [illegible] الكهربائية الراتنجية ويكون [illegible] القوس
المقدم حينئذ [illegible] عاموديا بحيث يصل طرفاه لطرفي [illegible] والمنسوب [illegible]
هذا الوضع [illegible] لهذا القوس [illegible] الى الارض [illegible]
صرت منه الراتنجية [illegible]

الكلام على القوة الكهربائية

.. ف ان الحالة الطبيعية للاجسام وجود الكهربائيتين فيها وان ظهور كهربائيتها يكون بالدلك او المحاكة واما ظهور احداهما بالدلك دون الاخرى فلم يعلم له سبب وحينئذ فيعجز الذهن عن توضيح علة كون الزجاج اذا دلك بالصوف او الحرير تكهرب كهربة زجاجية واذا دلك بجلد السنور او الثعلب المائى مثلا تكهرب كهربة راتينجية وكذا عن توضيح علة كون اللون وكيفية الدلك لهما تأثير فى اظهار احديهما دون الاخرى فانه اذا دلك شريط من الحرير الاسود بشريط من الحرير الابيض اكتسب الكهربائية الراتينجية وظهرت فيه واذا دلك شريطان ببعضهما وكان الدلك منحرفا بالوارب تكهرب الساكن كهربة زجاجية والمتحرك كهربة راتينجية والذى عرف انما هو كون الكهربائية الزجاجية تنشأ عن الزجاج المدلوك بالصوف والراتينجية عن الراتينج المدلوك بالصوف او جلد السنور او الحرير من غير معرفة علة لذلك وقد عرف ايضا انه متى انتشرت الكهربائية باى طريق كان فالجذب والتنافر بين الاجسام المكهربة يكونان دائما على نسبة كمية الكهربائية طردا وعلى نسبة مربعات المسافة عكسا بمعنى انه اذا طالت المسافة بين الجسمين نقصت قوة الجذب او قوة التنافر وكانت على حسب مربعات المسافة واذا قصرت زادت وكانت على حسب الكمية وقد وضح هذا بالكلية الماهر كولونب بميزانه المسمى بميزان اللى المرسوم صورته فى الشكل (١٣٧ د) وهو آلة لم يكن فى تركيبها موصل للكهربائية اصلا وانما هو سطح من خشب موضوع عليه اربع مرايا مثبتة عليه طول كل ضلع من اضلاع تلك المرايا من ثلاثين قدما الى اربعين وتوضع ملتصقة ببعضها ليمتنع نفوذ الهواء بالكلية فى باطن الجهاز ويوضع اعلاها مرآة خامسة فى مركزها فتحة توضع فيها انبوبة ت التى قطرها قيراطان او ثلاثة وارتفاعها من اثنى عشر قيراطا الى خمسة عشر وفتحة ثانية ط لتدخل منها الاجسام المكهربة المراد امتحانها ويعلق

(١٣٥) ومن اولها الآلة المحسّنة منها شرارات تستفرغ بها الا القمع البعيد الراند فقد نتج مما ذكرناه انه لا يستفرغ من الآلة الكهربائية المتاد [illegible] الكهربائية الزجاجية . واما الآلة المنسوبة لوانماروم المرسوم صورتها في الشكل

(١٣٦) فتستفرغ بها احدى الكهربائيتين اما الزجاجية واما الراتنجية على حسب المراد وهي [illegible] ان [illegible] وفيها الصفائح ان اسطوانتيها ا ب ب مقوستان تمكن ادارتهما الى [illegible] طرف وقليهما [illegible] لوجهي القرص وعلى [illegible] لذلك توضع الوسادتان ولهما [illegible] الكهربائية من الحامل المالي فمتى اريد تحصيل الكهربائية الزجاجية ادير القوس الذي [illegible] وضع الشكل المذكور [illegible] طرفا القوس [illegible] ويدار القوس [illegible] ب ادارة [illegible] الشكل المذكور ايضا بحيث يلامس طرفا القوس الوسادتين ومتى تحركت الآلة تجذب القرص المتكهرب كهربية راتنجية [illegible] الموصلين [illegible] كهربائية القوس الراتنجية الذي هو في هذه الحالة متكهرب كهربية زجاجية وكذلك كهربية الكرة المعدنية [illegible] عليها القوس التي هي راتنجية ايضا وجذب القرص لكهربائية القوس [illegible] بخروج شرر بين القرص و [illegible] موصلين والراتنجية للقرص تمر في الوسادتين ومنهما الى القوس الافقي ب ب ومنه في الكرة ص ومنها الى الارض بواسطة سلسلة و ومتى اريد تحصيل الكهربائية الراتنجية فليوضع القوس الملتى ا ا وضعا افقيا بحيث يصير ملامسا للوسادتين فيتقل منهما الكهربائية الراتنجية ويكون وضع القوس المقدم حينئذ وضعا عاموديا بحيث يصل طرفاه للطرق [illegible] من هذا الوضع ان يتقل هذا القوس الكهربائية الزجاجية [illegible] الى الارض [illegible] الراتنجية المذكورة اولا [illegible]

الكلام على القوة الكهربائية

قد عرف ان الحالة الطبيعية للاجسام وجود الكهربائيتين فيها وان ظهور كهربائيتها يكون بالدلك او المحاكة واما ظهور احداهما بالدلك دون الاخرى فلم يعلم له سبب وحينئذ فيعجز الذهن عن توضيح علة كون الزجاج اذا دلك بالصوف او الحرير تكهرب كهربة زجاجية واذا دلك بجلد السنور او الثعلب الماءى مثلا تكهرب كهربة راتينجية وكذا عن توضيح علة كون اللون وكيفية الدلك لهما تأثير فى اظهار احديهما دون الاخرى فانه اذا دلك شريط من الحرير الاسود بشريط من الحرير الابيض اكتسب الكهربائية الراتينجية وظهرت فيه واذا دلك شريطان ببعضهما وكان الدلك منحرفا بالوارب تكهرب الساكن كهربة زجاجية والمتحرك كهربة راتينجية والذى عرف انما هو كون الكهربائية الزجاجية تنشأ عن الزجاج المدلوك بالصوف والراتينجية عن الراتينج المدلوك بالصوف او جلد السنور او الحرير من غير معرفة علة لذلك وقد عرف ايضا انه متى انتشرت الكهربائية باى طريق كان فالجذب والتنافر بين الاجسام المكهربة يكونان دائما على نسبة كمية الكهربائية طردا وعلى نسبة مربعات المسافة عكسا بمعنى انه اذا طالت المسافة بين الجسمين نقصت قوة الجذب او قوة التنافر وكانت على حسب مربعات المسافة واذا قصرت زادت وكانت على حسب الكمية وقد وضح هذا بالكلية الماهر كولونب بميزانه المسمى بميزان اللى المرسوم صورته فى الشكل (١٣٧ د) وهو آلة لم يكن فى تركيبها موصل للكهربائية اصلا وانما هو سطح من خشب موضوع عليه اربع مرايا مثبتة عليه طول كل ضلع من اضلاع تلك المرايا من ثلاثين قدما الى اربعين وتوضع ملتصقة ببعضها ليمتنع نفوذ الهواء بالكلية فى باطن الجهاز ويوضع اعلاها مرآة خاسة فى مركزها فتحة توضع فيها انبوبة ت التى قطرها قيراطان او ثلاثة وارتفاعها من اثنى عشر قيراطا الى خمسة عشر وفتحة ثانية ط لتدخل منها الاجسام المكهربة المراد امتحانها ويعلق

في سلفاف ب سلك من نحاس او فضة يحمل المرود اللطيف من صمغ
اللك ن ولكن هذا المرود في اتم الموازنة ومنتهيا بقرص من البهرمان قطره
من نصف قيراط الى ثلث قيراط وخطوط ح ح ح ح عدد الدرجات وكمية
فقد الكهربائية من الرطوبة يوضع في طاسة صغيرة كلورور الكلسيوم ويوضع
تلك الطاسة في الجهاز ومن ذلك يعلم ان هذا الجهاز مشابه لآلة ليكتروسكوب
المرسوم في الشكل (١٢٣) وكيفية العمل ان يتقدم بمرور كهربائية
معروفة ثم يتقدم الجسم المراد تحقيق كمية كهربائيته من فتحة ط ويعلق
في خيط من الحرير او ربقة من زجاج مدهونة بصمغ اللك فيحصل بين الجسم
والبهرمان تنافر او جذب على حسب مشابهة كهربائية الجسم المتحن ان سطح
الاختبار او مخالفتها وله يحسب كمية كهربائية الجسم ايضا فاذا انتزع
من قرص البهرمان نصف كهربائيته كان الميل للتنافر او الجذب اقل من نصف
ما كان اولا وكيفية استخراج نصف كهربائية القرص ان يلمس بجسم عازل
كروي مماثل له في القطر فانه اذا تلامس جسمان موصلان متشابهان شكلا
وحجما تقاسما الكهربائية بالتساوي

الفصل السابع في اسباب فقد الكهربائية

الذي يفقد الكهربائية الذي تشربه من الاجسام هو الرطوبة التي هي في الغالب
تغطي القطع العازلة الداخلة في تركيب الآلات كالزجاج المستعمل للعزل
فانه يحفظ الرطوبة على سطحه وتفقد منه الكهربائية وان كانت قليلة جدا
وتسري منه لبقية الآلات فتفقد منها الكهربائية شيأ فشيأ ولذا ينبغي تنشيفه
كثيرا وقت تشغيل الآلة وقد جعلوا الصيانة من الرطوبة ما امكن اطلية
ودهانات يطلون بها العازلات بان يدهنوها بطلاء من صمغ اللك اذيب [illegible]
الصمغ المذكور ويغمسوها فيه لتلبس عليها طبقة منه واما فقد الكهربائية
بالهواء فانما هو لرطوبته ايضا ولذا كان يكثر اعدامه لها كلما كثرت رطوبة الجو
واذا اريد استفراغ جسم من كهربائيته كقطعة من الراتينج او الكهربا نفخ

عليه

عليه باقم او سلط عليه نفخة من بخار ملوى واذا اريد استفراغ الآلة من الكهربائية سلط على موصلها المنعزل نفخة من البخار المذكور

الفصل الثامن فى تكون الكهربائية على سطح الاجسام الموصلة

من المعلوم ان الكهربائية الطبيعية موجودة فى جميع اجزاء الجسم على السوا فعندما تنفصل احدى الكهربائيتين عن الاخرى تتحصل فى جميع اجزاء الجسم بسرعة غريبة ثم تتجمع على سطحه ويظهر ذلك بجملة تجربيات الاولى ان تؤخذ كرة معدنية منعزلة كالمرسومة فى الشكل (١٣٨) وتغطى بطبقة من الكهربيان منقسمة الى نصفين ينطبقان على الكرة ولهما يدان من زجاج ت ت لوضعهما ورفعهما بحسب الارادة ثم تكهرب الكرة وعليها الطبقة التى من الكهربيان ثم ترفع تلك الطبقة عن الكرة برفع النصفين معا دفعة من يديهما فتوجد الكرة حالا مجردة عن الكهربائية بالكلية الثانية ان تعزل كرة قطرها من سبعة قراريط الى ثمانية يكون فيها حفرة صغيرة عمقها قيراط واتساعها من ثمانية خطوط الى عشرة ثم تشحن بالكهربائية فاذا مست بسطح الاختبار من قعر الحفرة لا يكتسب منها ذلك السطح الا كهربائية قليلة جدا لا يكاد تذكر بخلاف ما اذا مست به من غير هذا الموضع من بقية سطح الكرة فان سطح الاختبار يكتسب من الكهربائية مقدارا عظيما الثالثة ان تؤخذ كرتان من معدن منعزلتان متماثلتان فى القطر وتكهربا ثم تفصلا وتمس احداهما بكرة مثلها فى القطر مصمتة وتمس الثانية بكرة مثلها فى القطر مجوفة رقيقة جدا كالكهربيان فاذا امتحنت كمية الكهربائية فى الكرتين الثانيتين لم توجد فى احديهما اكثر من الاخرى وهذا مما يثبت ان الكهربائية انما تكون على سطح الاجسام بطبقة رقيقة اذ لو كانت بطبقة اثخن من الكهربيان لما اكتسبت المجوفة كهربائية مثل المصمتة

الفصل التاسع فى خواص الاسنة المعدنية

من خواص الاسنة التى تكون فى الآلات الكهربائية ان تذهب منها

الكهربائية السارية فى الالات فاذا كان فى اسطوانة الآلة الكهربائية واحد من تلك الاسنة لايمكن ان ينشأ منها شرارات ابدا بل كما تولد فيها الكهربائية انصرف من ذات السن ولو كان السن اتصل باتصال بالارض وعرض لاسطوانة الآلة الكهربائية ولو بعيدا عنها بمعروف دم لم تمتلى الاسطوانة بالكهربائية فيحصل من ذلك الدخل لتركيب بالنار اتيم متفرص الزجاجية فى الارض بواسطة لسن وتسرى الراتينجية الى الهواء فتتحد بكهربائية الموصل الزجاجية والمون خواص الاسنة ماذكر فلا ينبغى وضعها فى الآلة الكهربائية المعتادة الا فى المواضع التى منها يكون مانع انتشار الزجاجية فى الموصل وكذا ينبغى ان يكون فى ادواته المذكورة زوايا حادة فان من خواصها انتشار الكهربائية فيستفاد انه متى وضع سن فى طرف الموصلات وادير ت الالة خرجت الكهربائية الزجاجية من هذا السن على هيئة نبذة ضوئية تنصرف فى الظلمة واما الراتينجية فتشاهد فى طرف السن نقطة لامعة فقط وكان سبب ذلك بحسب الظن ان الراتينجية اذا انتشرت فى الجو تكابد فيه مقاومة اكثر من التى تكابدها الزجاجية وذا كان خروج الكهربائية من الاسنة بمقدار كاف تحرك الهواء الذى امامها فاذا قربت منه مثلا احست بشى كالنسمة الخفيفة التى يمكن ان تخطط سطح الماء

الفصل العاشر فى الكهربائية الكامنة

لو وضع لوح من زجاج بين لوحين معدنيين كما فى الشكل (١٣٩) فان لوح الزجاج فيه ط واللوحين المعدنيين ص س اتصلا بالمعدنيين الكهربائيتين من جانبى لوح ط لكون لوح س يطلب الكهربائية الزجاجية ولوح ص يطلب الكهربائية الراتينجية واجتهدت الكهربائيتان فى الانضمام لكن يمنعهما من ذلك وجود الحائل وهو لوح الزجاج فتبقيان كامنتين فاذا المس شخص احد اللوحين وهو لم يلمس الآخر تحس منه نوعا بجذب كهربائية الاخرام او لامس الآخر لم يحصل له

والكمون هنا غير كامل لكون الجهاز ممتلئا بالكهربائية ومقطوع الوصلة
بالارض بازالة سلسلة منه فالكهربائية مائلة بالاكثر للانتشار
وانما المانع لها من ذلك وجود لوح الزجاج ولو رقيقا لانه هو المانع للسائلين
عن ان يجتمعا ويتحدا وهما لا يتحدان الا بالملامسة من غير واسطة
واعلم ان قوة الانتشار في الكهربائية الكامنة على سطحي اللوح الزجاجي
فيما بينه وبين اللوحين المعدنيين قوية بحيث لو اطلقت لامكن
ان تثقب الزجاج ويتحد السائلان بل قد يغلب اجتهاد الكهربائيتين
في الاجتماع المانع الذي هو اللوح الزجاجي فيثقب بالفعل اذا لم تكن فيه مقاومة
كافية بان كان رقيقا جدا فعلم من هذا ان الكهربائيتين تحلتا من بعضهما
وكنتا فاذا اريد ارجاع تركيبهما ولا يكون الا بلمس اللوحين معا في آن واحد
فلتؤخذ الآلة المسماة بالمنبهة المرسومة في الشكل (١٤٣) وهي قضيبان
مقوسان من نحاس ص ص يجتمعان في نقطة س بطرفيهما
المجعولين على هيئة رزة ليسهل تقريبهما وتبعيدهما اذا امسكا من يديهما
د د المجعولتين ليكون ماسكهما عند العمل منعزلا والا ارتج واضطرب
حال عود تركيب الكهربائيتين وينتهي كل من القضيبين بكرة صغيرة كالزر
ويلمس باحدى شعبتي المنبه لوح س ثم تقرب الشعبة الثانية للوح ص
فيشاهد قبل لمسها له بزوغ الشرارة بطقطقة وحينئذ فتكون الكهربائيتان
قد اتحدتا واستفرغ الجهاز واتصلت الكهربائيتان بشعبتي المنبه من لوح
س الى لوح ص ويمكن في هذه التجربة ابدال اللوحين المعدنيين
بورقتين من قصدير تلصقان على وجهي اللوح الزجاجي بعد ان تترك حوافيه
مكشوفة قدر قيراطين او ثلاثة من كل جهة ويطلى المكشوف بصمغ اللك
تكميلا لعدم التوصيل ما امكن فتنحصر الكهربائية في ورقتي القصدير

الفصل الحادي عشر في المكثفات

بعض الآلات التي تتراكم فيها الكهربائية وتكمن تسمى بالمكثفات ولا بد

فى هذه الالات من ان تكون مركبة من جسمين موصلين بينهما جسم غير موصل والذى ذكرناه فى الفصل السابق هو المكثف الربانى وهو يجمع كمية عظيمة من الكهربائية والذى نذكره هنا المكشف الحاسى ويقال له مكشاف وولطه وصورته مرسومة فى الشكل (١٤١) وهو قرص من خشب مغطى بجانفس مطلى بمزيج الللك وسطح معدنى مفرد ممسد بجسم زجاج فاذا اتصل السطح بعض زوايا ينبوع كهربائى اشرعليه سيال فيفعل بالتأثير من الجانفس فى الكهربائية الطبيعية للقرص المتصل بالارض واستلاء الجهاز المذكور من الكهربائية يكون على حسب غزارة الينبوع واذا اريد تحقيق حال ذلك السطح بواسطة الاليكتروسكوب رفع من الارض رفعا عموديا وقرب للاليكتروسكوب واكمل الملامسات واتقنها هو المكشاف ذو الصفيحتين الذهبيتين المنسوب للمعلم وولطه ايضا لانه يتوصل به من تحقيق ادنى كهربائية وهو كالاليكتروسكوب ذو الصفيحتين الذهبيتين غير انه يوضع عليه قرصان معدنيان رفيعان املسان للملوى منهما يد من زجاج ويقوم مقام الجسم الذى يتوسط بينهما ان يدهنا بطبقة من طلاء مانع جدا مصنوع من صمغ الللك المحلول فى روح العرق

الفصل الثانى عشر فى زجاجة ليد

صورتها مرسومة فى الشكل (١٤٢) وهى من الملامسات وسميت باسم القرية التى اخترعت فيها وقد اخترعها المعلمان موشنبروك وكونيوس سنة ١١٦٠ هجرية وهى زجاجة مغشى اربعة اخماسها من الظاهر بورقة رقيقة من ذهب او قصدير وباطنها مملوء بورقات رقيقة جدا من نحاس اوذهب اومغشى بما غشى به ظاهرها وفى هذه الحالة تسمى بالجرة الكهربائية ويوقف على قصرها سدادة ينفذ فيها بالقوة قضيب من نحاس ينتهى احد طرفيه من الخارج بكرة مستدير والطرف الثانى من الداخل ينتهى بسلك دقيق به يلامس الورقات الذهبية او القصديرية وهذا القضيب مقوس طرفه الذى

من الخارج على هيئة خطاف تتعلق منه الزجاجة عند الحاجة ولا بد من ان
تطلى المسافة التى بين الفوهة والطبقة الرقيقة الظاهرة التى من القصدير
المسماة باللبوس الظاهر تشبيها لها بدرع المتسلح كما ان الورقات الباطنه تسمى
باللبوس الباطن بطبقة من صمغ اللك متقنة غاية الاتقان وبذلك تكون
الزجاجة كانها لوح من زجاج موضوع بين لوحين موصلين فاذا اريد شحن
هذه الزجاجة بالكهربائية مسكت من اللبوس الظاهر وقرب الزر لاحد
موصلى الآلة الكهربائية ويعرف انها شحنت متى شوهد ان الشرر الذى
كان خارجا منها بالتعاقب اخذ فى البطؤ وغلظ والكهربائية الزجاجية الداخلة
فى باطن الزجاجة تؤثر فى الكهربائية الطبيعية للبوس الظاهر فتجذب
كهربائيته الراتينجية وتغوص الزجاجية فى الارض بواسطة يد مقرب
الزجاجة وهذا عين ما ذكرناه فى المكثف ذى الصفيحة الزجاجية ويمكن شحن
الزجاجة من اللبوس الظاهر اذا امسكت من خطافها وقد تتفرغ الزجاجة من
ذاتها وتخرج الشرارة بنفسها من بين الزر واللبوس الظاهر وقد تخرج
الشرارة فتثقبها وتصير الزجاجة حينئذ غير نافعة واما استفراغ الزجاجة
بالصناعة فيلزم له كما ذكر فى الكهربائية الكامنة ان يلمس اللبوسان الظاهر
والباطن معا فى آن واحد وذلك بان توضع الزجاجة على جسم عازل وتلمس
بمشعبق المنبه المرسوم فى الشكل (١٤٠) معا بان تجعل احدى الشعبتين على
اللبوس الظاهر والاخرى على زر الخطاف المتصل باللبوس الباطن فيحصل
اتصال بين اللبوسين ولو عرضت الزجاجة الى جملة موصلات لاستفراغ
الكهربائية منها انصبت الكهربائية اجودها واستفرغت فيه فاذا وضع
بباطن الكف سلسلة فيها طول كاف لان يلمس بطرفها زر الزجاجة ومسكت
الزجاجة بذلك الكف ولمس الزر بطرف السلسلة استفرغت كهربائية
الزجاجة بدون ان يحصل للشخص الرجة التى يخشى منها لو مس الزجاجة بيده
فقط وذلك لكون معدن السلسلة موصلا اجود من الجسم البشرى فكان به
الاستفراغ ثم يلزم ان تكون السلسلة غليظة بالكفاية ومتصلة ببعضها بحيث

يكون لاقطع فيها ولا ثلم وحيث كانت الرجة من زجاجة ليدا المذ[كو]رة قوية ويخشى منها الخطر اخترعوا لها المنبه السابق للتحرز من خطرها وقد يحصل الانسان بيديه على المنبه بان يمسك الزجاجة باحدى يديه من البوص الظاهر ويلمس بالاخرى زر الخطاف فتسري الرجة حالا في ذراعيه وصدره وعلى حسب الامتلاء من الكهربائية تكون قوة الرجة فيمكن ان لا تحس بها الا في الساعدين او الى المرفقين والرجة الكهربائية [illegible] بها جملة اناس معا في لحظة واحدة وذلك فيما اذا امسكوا الايدي بعضهم وامسك الاول الزجاجة من وسطها ولمس الاخير الزر بالموصل او بيده فان جميعهم يحس بالرجة ولو كانوا اكثر من مائة بل قد قيل انه ارتج منها الآ[illegible] بتمامه مصطف رجة اوقعت العساكر على ظهورها وقد تحقق ان التهاب السوائل الروحية بشرارة زجاجة ليدا اقوى واكثر من التهابها بشرارة الآلة الكهربائية نفسها اي الواصلة للارواح من غير واسطة وقد شوهد من الالة المسماة ثاقبة المقوى المرسومة في الشكل (١٤٣) امر غريب هو ان الشرارة تثقب المقوى وذلك بان يوضع بين سني ن ن اللذين لقضيبي ط ت قطعة رقيقة من المقوى ثم يوضع طرف احد القضيبين متصلا بالبوص الظاهر وطرف القضيب الاخر متصلا بالزر فتنزل الشرارة من احد السنين الى الاخر فتجد المقوى بينهما فتثقبها ثقبا لطيفا كثقب [illegible] الابرة [illegible] حول دائر الثقب من [illegible] صغيرة وقد تحصل زجاجة ليدا الاشكال المسماة باشكال ليشتنبرغ [illegible] من تحصيلها بوصل متصل بالالة الكهربائية المعتادة وتزيد عليها بان يعرف بها الفرق بين السيال الزجاجي والراتنجي وذلك بان تؤخذ زجاجة ليد بعد امتلائها من الكهربائية ويرسم بزرها المكهرب كهربة زجاجية ما يراد من الاشكال على سطح من راتنج جاف ويرسم بجزئها السفلي المكهرب كهربة راتنجية ما يراد من الاشكال ايضا على ذلك السطح ثم يؤتى بمسحوق ناعم مركب من كبريت وسليقون ويوضع في باطن منفاخ وينفخ على الراتينج المذكور فتظهر الاشكال المرسومة بالزر مصفرا والمرسومة

بالمبوس

باللبوس السفلى حمراومن حيث ان كهربائية الكبريت راتينجية وكهربائية السيلقون زجاجية اذا امر احدهما على الشكل الكهربائى المضاد له اثر فيه فتجد خطوط الكبريت منفرشة مسطحة وخطوط السيلقون مرتفعة مسنمة

الفصل الثالث عشر فى البترية الكهربائية والمنبه العام

البترية بفتح الموحدة الفوقية وكسر الراء مع تشديد التحتية صفوف المدافع والمراد بها هنا جملة زجاجات من زجاجة ليد المسماة بالجرة الكهربائية تجمع مستطرقة لبعضها من الباطن كما فى الشكل (١٤٤) بواسطة قضبان معدنية ا ب ت ث ن حاملة لسلاسل د د د تلامس اللبوس الباطن من الزجاجات لكونها داخلة فيها وواصلة لقعرها وكل زجاجة ملتصقة بظاهرها مع صاحبتها وجميع ذلك فى صندوق من الخشب مطلى باطنه بصفيحة رقيقة من الرصاص متصلة بالارض بواسطة ذيل موصل لـ وكيفية طلق البترية ان يتم الجهاز كله بالآلة الكهربائية من ن ويطلق باستفراغ الكهربائية منه كما يستفرغ من زجاجة ليد وينبغى الاحتراس الكلى عند الطلقة لئلا يصاب المباشر لذلك فيقع فى الخطر ثم توضع الاجسام المراد اصابتها بطلقة البترية الكهربائية بين الشعبتين المعدنيتين للمنبه العام المرسوم صورته فى الشكل (١٤٥) وتوصل احدى الشعبتين ط بظاهر البترية بواسطة سلسلة س والثانية ص بالكرة المنفردة د بواسطة سلسلة و ثم اذا اريد تنفيذ الشرارة يمسك العازل لـ الذى هو بيد من زجاج باحدى اليدين ويقرب الى قضيب البترية بسرعة فتتركب الكهربائية ثانيا من جميع حائط الجهاز د و ص ب ط س وتنتشر على الحاملة ف المغطى اعلاها بصفيحة من عاج يمكن ان تصعد الى اعلا مما كانت عليه بواسطة برمة ث عند الحاجة لوضع الجسم المراد اصابته بالبترية الكهربائية فاذا كان ذلك الجسم سلكا من حديد امكن ان يسخن او يحمر او يذوب ويقطر اكراصغيرة على حسب قوة استفراغ البترية واذا كان الجسم

المذكور ورقة من قصدير خفيفة طولها ثلاثة قراريط واربعة استحالت بخارا
دفعة واحدة بحيث لا تدرك تلك الاستحالة وان كان فتيلة من القضبان
الحديد الملفوف عليه ذهب او فضة واصابته الطلقة طار الذهب او الفضة
من غير ان [illegible] احسن من ذلك الواسطة التي بها تعمل الاثر
الكهربائي المسمى طباعة الصور الكهربائية وهي ان تؤخذ ورقة تحتوي على
هيئة الصليب كما في الشكل (١٤٦) ثم يوضع على جانبيها [illegible] ورقة
رقيقة من القصدير عريضة كالشريط ثم تؤخذ ورقة [illegible] صورتها
[illegible] بحيث [illegible] الصورة [illegible] ثم توضع ورقة
الرسم على وسط الاولى [illegible] ورقة رقيقة [illegible] من الذهب
وتكون بحيث تلامس القصدير تحتها ثم يوضع فوق ورقة الرسم قطعة
من الاطلس الابيض ثم يطوى طرفا الورقة الصليبية [illegible] على الاطلس
وما تحته ثم توضع هذه الورقة المطوية في ضاغطة كلازم الطباعة
ويضغط عليها [illegible] لاجل احكام الملامسة بين هذه الموضوعات فيتصل
الشريطان من القصدير الخارجيان من الملزمة بوجهي البطرية فتنفلت منها
الشرارة فيطير الذهب وينفذ في جميع مسام الورقة فتنطبع الصورة على
الاطلس بلون الذهب لكن مع بعض سمرة ومن الغريب ان الطيور والارانب
ونحوها تقتل بهذه [illegible] بعضها [illegible]
[illegible] سمرة قوية ومن انواع التجربة السلسلة الكهربائية وهي
جملة زجاجات من زجاجة ليدن تعلق متتابعة [illegible] بان يعلق خطاف
كل زجاجة في حلقة مثبتة بظاهر الاخرى [illegible] كما في الشكل (١٤٧)
فبذلك يتصل ظاهر كل واحدة بباطن الاخرى فيكون [illegible] باطن الزجاجة
الاولى متصلا بموصل الالة الكهربائية و[illegible] ظاهر الاخيرة متصلا بالارض
فاذا اريد استفراغ كهربائية هذه السلسلة تماما يجعل الاتصال بين الطرفين
لكن لا تكون الشرارة قوية واذا اريد استفراغ زجاجة او زجاجتين او ثلاث يجعل
الاتصال بين ما اريد استفراغه فقط واذا عزل الجهاز برمته [illegible]

ص فاستقصى عن طبيعة الكهربائية فى كل من طرفى الجهاز او طرفى كل زجاجة على حدتها وجدت الزجاجية فى احد الطرفين والانتيصية فى الآخر كما يدل على ذلك الصلبان والنصب المرسومة فى الجهاز والذى يظهر فى الزجاجات المتوسطة ان مقدار الكهربائية فيها اعظم منه فى الحالة الطبيعية

الفصل السابع عشر فى اسباب ظهور الضوء الكهرباءى

من المعلومات ان الضوء الكهرباءى لا يظهر من الاجسام الا بعد انفصال السيالين الكهربائيين منها وانتشارهما بكميته كافية وقدمر ان خروج الكهربائية بنفسها من الموصل ذى الزوايا الحادة يكون بنبذ ضوئية تبصر فى الظلمة ولو لم تكن الكهربائية فى الالة قوية واما الموصلات المستديرة من جميع الجهات فلا يخرج منها الشرر بنفسه الا اذا افعمت من الكهربائية افعاما عظيما واذا عرض للالة الكهربائية جسم متصل بالارض وكان فيه تفرق اتصال حصل فيه كهربائية بالتأثير فيخرج منه الشرر بلون ازرق ويتعدد ظهور الشرر على حسب تعدد تفرق اتصال الجسم الموصل للالة الذى يغوص منه السيال فى الارض فلو نظمت حبات معدنية فى خيط من الحرير وعقد بين كل حبتين عقدة بحيث يكون بينهما قدر خط وقدم هذا العقد للالة الكهربائية شوهد سلسلة من الشرر تخرج منها شرارات مادامت الكهربائية سارية فيها وسيرها يكون سريعا جدا بحيث يشاهد ضوءها بين الحبتين الاوليين والاخريين فى لحظة واحدة ومن قبيل ذلك الانابيب المسماة بالانابيب المنيرة وتصنع بصف قطع اوراق من القصدير معينية الشكل تلصق متواصلة على الانابيب بحيث يكون تصالها ببعضها على زوايا كما فى الشكل (١٤٨) فمتى وصلت الكهربائية اليها ظهر الشرر بين المربعات المعينية معا فى آن واحد فتشاهد الانابيب نيرة فى جميع طولها كان حولها قضيب من الضوء ملتف عليها متعرجا كالحلزون واذا الصق على لوح مربع من زجاج اشرطة من ورق القصدير متصلة ببعضها كما فى الشكل (١٤٩) من ا الى ب ثم ازيل منها قطع صغيرة كالحال المنقطة

في الشكل المذكور شوهد شرر الكهربائية من جميع محال الازالة فيشاهد رسم
نارى كاشف على قدر النقط العارية عن القصدير وهذه النقط يمكن تصييرها على
حسب الارادة والرسم المذكور هو المسمى بالمربع المنير وفي الفراغ يظهر الضوء
الكهربائي لمعان عظيم [illegible] يعمل الفراغ في انبوبة طولها من ثمانية اقدام الى
عشرة كالمرسومة في الشكل (١٥٠) ووصلت بالآلة [illegible] واحد طرفيها [illegible]
من [illegible] الآلة [illegible] الكهربائية
اليها من الآلة فحيث لا هواء يقاوم انتشار السيال صورتها [illegible]
وينتشر في جميع جهاتها وذا قرب من الانبوبة جسم موصل ذهب
الضوء الى جهته واشتد ضوءه [illegible]
الانبوبة عن ينبوع الكهربائية [illegible]
واذا عملت هذه التجربة في [illegible]
حصل امر اعجب مما سبق وهو انه كلما دخل فيه بعض هواء [illegible] الضوء وقل
انتشاره وتكون قرب الزر الباطني اقواس ضوئية شررية بلون ازرق [illegible]
ومن حيث ان لهذه البيضة في كل من قطبيها زرا فتى امتلأت من الهواء تذهب
الضوء بهيئة شررية تنفصل من احد الزرين الى الاخر واعلم ان الضوء
الكهربائي يكتسب من الغازات الوانا على حسب طبائعها فيكون [illegible]
وكليا ومنفسجيا او احمر

الفصل الثامن عشر في اسباب الكهربائية

قد ذكرنا ان الكهربائية تظهر بالدلك [illegible] تظهر ايضا في
الضغط والحرارة و[illegible] والميل الكيماوي [illegible]
السيال الكهربائي ببعض الاجسام [illegible]
اخذت قطعة من الاجسام [illegible] ذات سطح [illegible]
وضغط عليها بين الاصابع [illegible]
المتلونات الموضوع عليه [illegible] الياقوت

الاصفر والكوارس وهو حجر معدنى معروف وغير ذلك فان كلا منها اذا ضغط عليه ببعض اجسام تكهربت ايضا والكاس المكربن فيه قوة حفظ الكهربائية مدة بحيث اذا ضغط عليه بالاصابع لحظة بقيت فيه الكهربائية نحو احد عشر يوما من وقت الضغط والذى اظهر هذا الضغط المعلم [illegible] واستنبط منه تركيب [illegible] سكوب [illegible] فهو كالابرة الكهربائية تعلق فى احد طرفيه صفيحة صغيرة من كاس مكربن بدل الكرة المعدنية فاذا ضغطت هذه الصفيحة بين الاصابع تكهربت ومن ذلك استنتج الاليكتروسكوب السهل النقل ومن المعروف ان التورمالين وهو حجر كثير الوجود فى بلاد الهند وجزيرة السيلان يجذب الاجسام الخفيفة ثم ينفرها واذا سخن صار فى قطبيه الكهربائيتان اعنى ان احد طرفيه يكون زجاجيا والاخر راتينجيا وهناك اجسام كثيرة تتكهرب بالحرارة كالماس وكاربونات الكلس واقتوراته وبورات المغنيسيا والزمرد والياقوت الاصفر ونحوها

الباب الثانى عشر فى السيال الجلوانى او الكهربائية باللمس

تكشف المعلم جلوانى طبيب بولونيا من بلاد ايطاليا فى سنة مائة وعشرين بعد الالف من الهجرة الكهربائية باللمس وحصل له ذلك بالاتفاق حين كان يشرح بعض الضفادع فانه لما علق الضفدعة بعد سلخها فى شباك من حديد بخطاطيف صغيرة من نحاس نفذها بين الاعصاب القطنية وهزتها الريح حتى مست الحديد تشنجت تشنجا عظيما فاستغرب وقوع ذلك فى السيال العصبى ويقال له الحيوى وقال هذا التشنج انما صدر من سريان السيال العصبى فى الموصل المعدنى اعنى الحديد والنحاس وانه سرى حال الملامسة فى العضلات فانقبضت كانقباضها من طلقة كهربائية فمن ذلك سموا هذا السيال بالجلوانى وقالوا انه شبيه بالسيال الكهربائى ثم بعد وقوع جملة تجاريب فى خصوص هذا السيال بمدارس الاوروبا ظهرت له خصوصيات بها ظن انه كهربائى يظهر بلمس بعض الاجسام وكان المشتغل بالكهربائية اذ ذاك المعلم وولطه فاعاد تجربيات

جلوانى فظهر له ان اضطراب الضفدع لا يكون قويا الا اذا كان [illegible] الذى يصل بين الاعصاب والعضلات مركبا من قضيبين من معدنين مختلفين يتلامس طرفاهما فجزم بان تكهرب الاتلامس المعدنين وان هذه الظاهرة ليست الا كهربائية احتبادية [illegible] لراى جلوان فانه قابل بان [illegible] كما يحصل [illegible] [illegible] يحصل [illegible] من [illegible] [illegible] [illegible] يقتضى ورائه اشد واقوى حتى ان [illegible] بحصول هذا [illegible] اذا طرحت ضفدعة مسلوخة مجهزة جيدا بتبعيد العصب القطنى عن عظم العامود الفقارى مع بقائه متصلا به على [illegible] وان اورد على هذا ان العضلات والاعصاب [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] في ظهور [illegible] [illegible] والذى قطع هذا الجدال الامتحان الذى [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] الذهبية وهو انه وضع على القرص السفلى [illegible] [illegible] [illegible] ثم وضع القرص العلوى على تلك الصفيحة ووصله بالارض بواسطة وضع [illegible] مبتلة عليه فانتشرت الكهربائية وظهرت في لحظة واحدة ثم رفع القرص العلوى فتباعد الورقتان الذهبيتان في الحال والتباعد المذكور دليل على انه تولد هنالك كهربائية وانه بملامسة النحاس للخارصين انفصلت كهربائيتهما فذهبت الراتينجية لقرص النحاس السفلى وكثفت فيه وذهبت الزجاجية للخارصين وضاعت في الارض وبرفع القرص العلوى [illegible] [illegible] التى كانت كامنة في القرص السفلى بوضع القرص العلوى من [illegible] [illegible] في ورقتى الذهب وباعد ثم ما [illegible] القرص الذى من الخارصين بقرص من النحاس لم تحصل هذه النتيجة ثم الرصاص والحديد والقصدير والمرة [illegible] والانتيمون تولد الكهربائية كالخارصين وفى هذا الباب خمسة فصول

الفصل الاول فى [illegible] السيال الجلوانى على الضفدعة

كيفية ذلك ان تقطع [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] القطن [illegible] [illegible] الحاد وسلخ بان تمسك العظام [illegible] باحدى اليدين وتجذب الجلد باليد

... فتعزل الاعصاب القطنية من احد طرفيها وتلف كلاهما
... ورقه من قصدير او من خارصين ثم تثنى رجلاها ويوضع ذلك النصف
... على صفيحة من نحاس فبمجرد ملامسة القصدير للنحاس تضطرب
... رجلاها فى الحال وان كانتا مرتكزتين على جسمين قفزت الضفدعة
... والكيفية التى عملها وولطه انه ربط الاعصاب مع بعضها او الضفدعة
معلقة كما ذكر وادخل بين الاعصاب قضيبا من الخارصين ثم مس ذلك القضيب
بطرف قضيب من نحاس واوصله لطرف الرجلين فتشنجتا فى الحال وصارتا
كانهما ترقصان واعلم انه اذا تكرر ذلك فى ضفدعة واحدة ضعفت منها القوة
القابضة العضلية وكذا اذا سكثت ميتة بعض ساعات ثم عملت التجربة فان
التشنجات تكاد ان لا تحصل ومع ذلك فلا تحصل الامرات قليلة وتظهر
الكهربائية الجلوانية للانسان فيما لو وضع قطعة من الفضة النقية كالريال
الفرانسا على اللسان ووضعت قطعة من الخارصين على الشفة العليا ثم
تلامستا فانه بمجرد الملامسة يتولد شرر فى العينين ويحصل فى الفم طعم خاص
بسبب افراز بعض اللعاب

الفصل الثانى فى عمود وولطه

هو من الكهربائية الجلوانية التى ذكرنا انها تظهر من تلامس جسمين
معدنيين وانما افرد بفصل وحده لان كهربائيته تزيد عن السابقة بانها مستمرة
فكانه كلما ذهبت شرارة تولد غيرها اذ بجعل الموصل بين الوجهين المتقابلين
للمعدنين المتراكبين يصير هذا الموصل محلا للتيار كهربائى مستمر بحيث ينفر
كل من السائلين من السطح الذى خرج منه بدون انقطاع ثم يجتمعان
فى الموصل ففى هذه الحالة توجد قوة تقهر السيال الطبيعى على تحليله وخروجه
من الاسطحة المعدنية بدون انقطاع وهذه القوة تسمى بالقوة المولدة للكهربائية
وسمى هذا العامود بعمود وولطه لكونه اول من وضع القطع المعدنية على بعضها
على هيئة العمود واختار النحاس والخارصين لكونهما يظهر ان الكهربائية

بكمية كبيرة اكثر من غيرهما من المعادن فالخارصين يلون [illegible]
الموجبة والنحاس بظهر السالبة والمنصرا [illegible] اى الصدائين [illegible]
اللذان يكون احدهما موجبا والآخر سالبا يكونان منهما زوج [illegible] كل
زوج من الازواج الى [illegible] موصل [illegible] قرص من جوخ او من [illegible]
مشرب بالماء [illegible] الملح
الاعتيادى [illegible] عمود [illegible]
اثنان معدنيان مولدان للكهربائية والثالث [illegible]
موصل جيد فيتصل بين الازواج ويوصل الكهربائية من زوج الى آخر [illegible]
تنظيم العامود [illegible] النحاس [illegible]
الخارصين وفوقه [illegible] قرص من الجوخ [illegible]
او المنسوج من الخ وهكذا يتعمل بين كل زوج واحد [illegible] (١٥١) [illegible]
العامود بين ثلاثة قوائم من الزجاج د د د لاجل حفظه [illegible]
المذكور فالطرف الخارصيني المرسوم عليه ع يسمى بالطرف [illegible]
او القطب الموجب والطرف النحاسي يسمى بالطرف السالب او [illegible]
السالب والذى يتبين من وضع العامود على هذا الوجه ان القطب السالب
[illegible] القرص [illegible] النحاس المتصل بالارض [illegible]
[illegible] الكهربائية الراتينجية [illegible]
الى [illegible] المعدنى الموضوع [illegible] الارض [illegible]
الزجاجية فيهما واتقدرة [illegible] هذه القوة [illegible] وصل
على الخارصين [illegible] الحال [illegible] مادام [illegible] قرصان
متلاصقين ولو رفع الموصل المتصل بالارض [illegible] بالموصل المتصل بالخارصين
لا [illegible] ثانيا [illegible] هذا [illegible] كهربائية [illegible]
الموصل المتصل بالارض ووضع القرص [illegible]
الخارصين تشارك [illegible] مع الخارصين [illegible] الكهربائية [illegible]
فيأخذ جزءا [illegible] هذا [illegible] الكهربائية [illegible] بالمقدار

[illegible]

المفروض بواحد فلو وضع زوج جديد على هذا القرص المندى لحدثت قوة جديدة تقدر بواحد ايضا وتجذب اليها القوة الاولى بواسطة القرص المندى فيوجد على خارصين الزوج الثانى قوة من الكهربائية الزجاجية مقدرة باثنين وهكذا كلما زادت الازواج مع وضع القرص المندى بين كل زوجين تزيد الكهربائية بكمية زوج بواحد فيكون للزوج العاشر عشر كميات من الكهربائية وللزوج العشرين عشرون كمية وهكذا ولو وصل القطب الموجب اعنى القرص من الخارصين بالارض بدل النحاس لحصل فى تولد السيال الراتينجى هنا ما حصل فى تولد السيال الزجاجى هنالك ولو ازيل السلك الموصل للقطبين وكان فى العامود عشرون زوجا لكان لكل من القطبين عشرون كمية من كهربائيته على حسب ما ذكرنا ضرورة ان كهربائية احدهما راتينجية وكهربائية الاخر زجاجية والكميتان تكونان فى القطبين دون ما بينهما من الازواج فيكون ما بينهما فى الحالة الطبيعية لان فى القطبين يكون تجمع السائلين المعادلة الاتية احداهما من اعلا والثانى من اسفل ولو وضع لكل قطب سلك موصل ثم وصل طرفاهما السائبان ببعضهما كما هو مرسوم فى الشكل (١٥١) لحصل تركب السائلين وشوهد حصول شرر مستمر متتابع بين السلكين وذلك نوع من البثرية لا تنفد كهربائيته بل كلما ذهب منها شئ تجدد بدله واذا وضع بين الطرفين السائبين للسلكين سلك معدنى رفيع وصلهما ببعضهما سخن بدون احمرار ان كان طويلا ومع الاحمرار ان كان قصيرا فان قصر جدا زاد احمراره حتى يبيض وبعض المعادن التى يكون منها هذا السلك يذوب ويسقط قطرات وبعضها يحترق ويظهر له شعلة وبعضها يبقى احمر ساخنا فلو كان الموضوع لتوصيل احد القطبين بالاخر سلكا واحدا لم يشاهد من ذلك شئ ولو كان مقدار الكهربائية واحدا [illegible] البشرة موصلا جيدا ووضعت من احدى اليدين اولا على القطب السالب اعنى السفلى ثم الثانية ثانيا على القطب الموجب تولدت شرارتين الثانية والقطب هى علامة على عود تركب السائلين

ويحصل للشخص الفاعل لذلك رجة كالتي تحصل من زجاجة ليدن
ملامسة الاصابع من اليدين للقطبين معا استشعر بتميل في الذراعين فيكونا
بمنزلة موصلين فاذا اريد ان لا يحصل له ارتجاج فليلمس احد القطبين باليد
معا ثم يمر احداهما على بقية الازواج صاعدا او نازلا حتى يصل القطب الثاني
فلو كان وضع اليد الثانية قبل القطب بجملة ازواج كانت الرجة التي تحصل
لذلك الشخص على حسب عدد الازواج التي بين تلك اليد والقطب الثاني اذا
لم يتبع الازواج في العامود زوجا زوجا

الفصل الثالث في اختلاف وضع العمود

وينبغي ان لا يبالغ في زيادة عدد ازواج عمود ووالطه لانها اذا كثرت انعصرت
الاقراص المنداة بثقل الخارصين والنحاس عليها فتقل رطوبتها عن القدر
اللازم وايضا قد يسيل السيال منها على طول العمود فيحدث بين الازواج
اتصالات تضعف النتيجة المطلوبة وللخوف من هذا الانعصار وتحصيل القوى
الكهربائية الشديدة جدا بدل عامود ووالطه اولا بعامود الحوض ثم بعامود
وولاستون فعامود الحوض مركب من ازواج قائمة الزوايا من الخارصين
والنحاس ملتحمة ببعضها كاقراص عامود ووالطه فتوضع تلك الازواج عمودية
كل منها بعيد عن الاخر بخطين او ثلاثة في صندوق مستطيل من خشب مطلي
باطنه بطلاء غير موصل لتحفظ الكهربائية ولتثبت الازواج تثبتا كليا فتكون
مسافات البعد بين الازواج بمنزلة حياض صغيرة تملأ بماء حمض كما سبق وتكون
تلك الحياض بمنزلة الاقراص من الجوخ او المقوى المارة في عامود ووالطه
وليحترس من ان يكون بين هذه المسافات التي هي بمنزلة الحياض اتصال ليكون
كل حوض حافظا لكهربائيته ومنعزلا انعزالا تاما و[illegible] انتشار الكهربائية
هنا كانتشارها في عامود ووالطه فاذا جمعت جملة عدد [illegible] حياض بواسطة
قضبان معدنية توصلها ببعضها تركبت بترية جلوانية او والطية واذا ضمت
اقطابها المتماثلة في المعدنية حصل قوة انتشار كهربائية عظيمة جدا

... ن اتصال بين عامودين كل واحد منهما خمسين زوجا قطر كل زوج عشر ... مربع حصلت بتربية تعادل عوضا المحتوى على خمسين زوجا قطر كل واحد منها عشر ميتر مربع لان قوة الانتشار تكون على حسب سعة الموصل ... ولو وصل قطبان متخالفان في المعدنية بان وصل قطبيه ... هي حصل قوة تجمع في الكهربائية المزدوجة في هذا المثال من حيث ان الحوضين المذكورين متصلان ببعضهما من القطبين المتخالفين تحصل قوة مائة زوج من الكهربائية قطر كل زوج عشر ميتر مربع وبهذه الطريقة يسهل عمل عمد قوية جدا ذات ازواج من خمسمائة الى ستمائة بل الى الف والفين ومن حيث ان مدة العمل بان كانت قصيرة جدا يفقد فيها السيال المندى قوة سريانه شيأ فشيأ فينبغي ان يضاف له سيال جديد زمنا فزمنا ويزال منه ما زاد عن الحاجة من حنفية صغيرة تكون في جانب الحوض واما عامود وولاستون فتركب من جملة ازواج معلقة بعارضة من الخشب تغمر تلك الازواج كلها في سائل منحصر في اواني بعددها مصفوفة في صندوق من الخشب كما في الشكل (١٥٢) في طرفي ذلك الصندوق ص ص قائمتان لكل واحدة شرمان لحمل العارضة المعلق فيها الازواج فالشرمان العلويان لحملها اذا كانت الازواج مرفوعة عن السيال المحمض والشرمان السفليان لحملها اذا كانت الازواج مغمورة فيه ويلزم في الازواج ان تكون مصنوعة على وجه به تحصل الفائدة من كلى سطحي الخارصين في ان واحد بان تكون كل صفيحة من الخارصين المرسوم عليها في الشكل (١٥٣) خ موضوعة بين صفيحتين من النحاس المرسوم عليها في الشكل المذكور ن ولتكن الصفائح المذكورة متباعدة عن بعضها ... اعلى و... اسفل بواسطة اجسام غير موصلة كقطع من خشب ... الصفيحة ... الخارصين خ المعلمة بالخطوط السوداء والصفيحة من ... ن المعلمه بالخطوط البيضاء مع وجود الاتصال بين المعدنيين ... ن ويلزم لتشغيل الجهاز المذكور ان تنزل العارضة ط ط الى

البتيرسين السفلين ث ث كما في الشكل (١٥٢) المغموسين في سيال بلاوانى ويربط الشريطان د د بالقطبين وبهذا العامود اعنى عامود وولاستون قوة عظيمة لان السيال فيه المتراكم على الخارصين مثلا لا يمكنه ان يتجاوز غير طبقة رقيقة من الماء لينفذ من زوج لاخر سيما وسطحا الخارصين عاريان فتنتشر من الكهربائية كمية مضاعفة ومن حيث ان الحمض فيه غزير لا يحصل فيه تغير وضعف الا يسيرا جدا كان ذلك مفيدا لعامود قوة عظيمة وحينئذ فالعامود المحتوى على اثنى عشر زوجا معروفة صفين ينفع فى كل التجريبات الجلوانية

الفصل الرابع فى نتايج العامود

الذى ينتج من تشغيل العامود المذكور اضطراب وارتعاش خفيف لمن يباشره من الآدميين وبقية الحيوانات على ما سبق ذكره فلو وضعت الارانب المصابة بالاسفكسيا اى السكتة من نحو نصف ساعة بين قطبى العامود افاقت واذا سلط تيار كهربائى على اطراف اعصاب معدة من حيوان بعد قطع تلك الاعصاب عاد لها فعل الهضم مادام التيار مسلطا عليها ولو ادخل تيار كهربائى قوى فى جسم ميت عن قرب حصلت منه حركات غريبة بها يكاد ان يظن انه عادت له الحياة وتنقطع تلك الحركات بانقطاع التيار ويعود الجسم كما كان وقد ذكرنا فيما سبق انه اذا وصل القطبان اى السلكان الموصلان الآتيان من قطبى عامود وولطه بسلك معدنى رقيق قصير سخن او احمر او ذاب على حسب المعدن الذى هو منه ونقول هنا ان عامود وولاستون اذا كان يحتوى على اثنى عشر زوجا مجعولة صفين وعرض له سلك من البلاتين لحظة احمر حتى يصل فى بعض الاحيان الى درجة البياض ولو كان طوله ميترا وثخنه جزأ من ميلى ميتر فلو كان السلك ارفع واقصر عما ذكر ذاب وسقط قطرات مع انه لا توجد نار من النيران المصنوعة تذيب البلاتين واذا عرض له ورقات رقيقة من الذهب احترقت فان لمسها بعد انسان تطايرت وشوهد لها برق اخضر يلمع من محل

الملامسة

الملامسة يقرب من هذا ما يحصل فيما لو كانت الورقات من الفضة فان كانت من القصدير احترقت وسقطت اكراصغيرة جدا تستحيل فيما بعد الى ندف بيضا خفيفة واذا وصل السلك المعدنى الموصل باحد القطبين ثم قرب من الاخر تقرب كليا تولد بينهما شرر زاه وسخن ما كان مجاور النقطة تولد الشرر وان كان هناك زئبق استحال بخارا وسمع له دوى وان كان بدل الزئبق نحاس احترق بشعلة خضراء رجوانية وان كان بلاتينا ذاب ومن العجيب انه اذا لمس فى وقت الذوبان ما يجاور محل الذوبان وجد باردا كان لا سخونة به فان كانت الملامسة للقطبين جيدة تساوت الحرارة فى جميع طول السلك هذا والنتايج الكيماوية للعمود المذكور غريبة فانه يحلل تركيب الماء بسهولة وقد عملوا لذلك الجهاز المرسوم فى الشكل (١٥٤) الذى هو مكون من قمع من زجاج مسدود اسفله بسدادة من خشب الفلين مطلاة بالشمع الاحمر ومن سلكين من البلاتين مارين فى تلك السدادة الى الخارج هما ت ت قريبين من بعضهما مع عدم الملامسة ومن مخبارين مملوءين ماء وموضوعين فى القمع منكسين فى باطنهما طرفا السلكين فاذا اتصل السلكان بقطبى العامود تصاعد فى الماء الذى فى المخبارين فواقع غازية هى غاز الايدروجين والاوكسيجين المركب منهما الماء ومقدار تلك الفقاقع فى المخبارين مختلف فالتى فى المخبار الذى فيه السلك المتصل بالقطب الراتينجى ففقاقع غاز الايدروجين والتى فى المخبار الذى فيه السلك المتصل بالقطب الزجاجى ففقاقع غاز الاوكسيجين وهى نصف الاولى فى الكمية ولا شك ان المقادير الثلاثة هى المكونة للماء فعلم بالضرورة ان ذلك انما صار من انحلال مقدار من ماء المخبارين بواسطة السيال الكهربائى ويعرف غاز الايدروجين بانه اذا قرب منه وهو فى المخبار عقب تفريغ الماء منه سريعا مصباح متقد احترق بفرقعة خفيفة ولهب ازرق كما يعرف غاز الاوكسيجين بانه اذا غمست فيه فتيلة مطفأة حالا اشتعلت بلهب لامع صاف جدا هذا فى الماء الغير المقطر واما الماء المقطر فتحلل تركيبه بطئ نعم ان وضع فيه قطرة او قطرتان من اى حمض كان او بعض اجزاء من اى ملح كان حلل تركيبه

بسرعة فتتصاعد منه الفقاقيع الغازية ويلزم لاتقان تحليل الماء ان يكون في القمع الذي ينكس فيه المخباران ماء ليتصل بالماء الذي فيهما وقد بحثوا كثيرا عن معرفة كيفية حصول هذا الانفصال ومن الجزء المائي الذي وقع فيه الانحلال وعن محل مرور الغازات ليصل كل الى مخباره وعملوا لذلك تجربيات كثيرة فلم ينتج منها شئ والذي يتخيل في ذلك ان تحليل التركيب صادر من فعل الكهربائية بالتاثير فالتاثير يكون اولا من السلكين في اجزآء السائل القريبة منهما ثم من تأثير تلك الاجزآء في الاجزآء القريبة منها وهكذا على ما ذكرنا في الشكل (١٢٩) فالزجاجية تؤثر من جانب فتجذب الجزء الاوكسيجيني من الماء والراتينجية تؤثر من جانب فتجذب منه الايدروجين ويحلل ايضا تركب الاكاسيد فيذهب منها الجزؤ الاوكسيجيني الى القطب الموجب ويذهب الجزؤ الثاني الى القطب السالب غير ان الاكساء يديسهل رد ها الاصلها فاذا وضع اوكسيد الفضة وهو مسحوق جاف على صفيحة من البلاتين متصلة بالقطب الموجب ثم لمس ذلك المسحوق بالسلك البلاتين السالب شوهد في الحال حبة صغيرة من الفضة في طرف السلك واذا توالت ملامسة السلك للاوكسيد المسحوق تولد بينهما شرر متلون فان كان العمل في الاكاسيد التي لا يسهل عودها فينبغي ان تندي بالماء بلطف سيما اذا كانت مسحوقة لان الرطوبة تسهل فعل الماء ودفيها وقد حال المعلم دافي الانجليزي التلويات الست التي هي البوتاسا والصودا والجير والباريت والاسترونسيان والليتين وكذا المغنيسيا وفصل قواعدها بواسطة بترية كهربائية قوية عملها في احواض بعد ان مكثوا يقولون انها غير قابلة للتحليل مدة ثلاثين سنة فاذا اريد تحليل البوتاسا وضعت على صفيحة من البلاتين كما ذكرنا فيذهب البوتاسيوم كرات صغيرة الى طرف السلك المتصل بالقطب السالب ويلتهب بالاتماسة الهواء فاذا اريد حفظه على هذه الحالة تكون ... من البوتاسا التي هي اوكسيد البوتاسيوم وتملاء من الزئبق وتوضع على صفيحة من البلاتين ومن تحت الجفنة يجعل السلك المتصل بالعمود الموجب والثاني

المتصل بالعمود السالب يجعل ملامسا للزئبق فبذلك يلتغم البوتاسيوم بالزئبق ويتصاعد الاوكسيجين فى الهوآء من طرف السلك الموضوع تحت الجفنة ثم تقطر الملغمة فى زيت الحجر لينفصل الزئبق ويبقى البوتاسيوم فى الزيت ومن حيث ان زيت الحجر متكون من ايدروجين وكاربون لاغير لايمكنه ان يؤكسد البوتاسيوم والعامود المذكور يحلل تركيب الحوامض ايضا فيذهب اوكسيجينها الى القطب الموجب ويحلل تركب الاملاح ايضا لكن ان كان الملح مما يسهل فيه تجرد الحامض والاوكسيد عن اوكسيجينهما ذهب الاوكسيجين كله نحو القطب وان كان مما يسهل فيه تجرد الحامض عن الاوكسيجين دون الاوكسيد ذهب الاوكسيد والعنصر المحمض معا الى القطب السالب وان كان مما يعسر فيه تجرد الاوكسيجين عن كل من المحمض والقاعدة كما فى بعض الاملاح القلوية انفصل المحمض عن القاعدة وذهب الحمض الى القطب الموجب وان كان الحمض مما يقبل زيادة الاوكسيجين عن ما فيه والاوكسيد مما يقبل الانحلال ذهب اوكسيجين الاوكسيد كالحمض الى القطب الموجب وتشبع الحمض منه ولو وضع بعض ابرام من الزئبق فى جفنة من ملح النوشادر موضوعة على لوح من البلاتين متصل بالقطب الموجب لعمود قوى شوهدت زيادة حجم الزئبق وقت ان يلمس بالسلك السالب حتى يصير قدر حجمه الاصلى خمس مرات اوستا ويكون فى قوامه بعض تربرج ولا ينقص حجمه المكتسب ولا يعود الى حالته الطبيعية الا اذا زال الاتصال بالعمود فعلى هذا لايمكن تلغيم الزئبق بالملح النوشادرى الا بالتيار الكهربائى وهذه النتيجة تحصل ايضا من روح النوشادر المركز ومن جملة املاح نوشادرية ولو وضع اربعمائة اجرام او خمسمائة من الزئبق النقى فى اناء من زجاج او من صينى ثم غمر بطبقة من الاسيد سولفوريك سمكها بعض خطوط ثم وضع السلكان المواد للاين لقطبى العامود فى هذه الطبقة اضطرب الزئبق بمجرد وضع السلكين فى الحامض فلو غمس السلكان حتى قربا من الزئبق جدا وكانا متفرقين عن بعضهما مع كون احدهما فى قبالة الآخر امتد الزئبق

اليهما سيما في ناحية السلك السالب واضطرب الحامض من السطح ملامس للزئبق واذا كان احد السلكين عموديا على الزئبق شوهد في الزئبق تموجات مستديرة مثل ما يحصل فيما لو وقع عليه انسان فلو تكون من السلكين والزئبق مثلث استدار الزئبق نحو القطب السالب كانه يطلب مماسته وقد يحصل ذلك من حوامض غير الاسيد سولفوريك المركز ويحصل من المحلولات الملحية المركزة

الفصل الخامس في العمد الجافة

هي كغيرالجافة في كون اجزآئها الابد وان تكون معدنية لكون المعادن هي المحركة للكهربائية وفي كون الموصلات الفاصلة بين الازواج فيها تكون جافة اوقريبة من الجفاف واشد هذه العمد تأثير عمود زامبوني وهو ان يؤخذ الورق المعتاد الثخين ويندى بالماء قليلا حتى يكون كما اذا تشرب رطوبة الهواء في زمن الامطار ثم يطلى وجهاه بالصمغ اوالنشا اوالغرا ويلصق على احدهما اوراق رقيقة من الخارصين ويذر على الثاني مسحوق من فوق اوكسيد المنغنيز ويصقل هذا الوجه بقطعة من خشب الفلين اومن الورق يمسح بها مرات عديدة مع الاتكاء حتى يستوى ويصير املس ثم يقص ذلك الورق ويجعل اقراصا متساوية خمسمائة اوالفا اوالفين قطر الواحد منها من قيراط الى قيراط وربع ثم تجعل عمودا كعمود وولطه وجه الخارصين على وجه المسحوق اوالعكس لا وجه الخارصين على بعضه ولا المسحوق على بعضه ثم تكبس تحت مكبس لتحصل الملامسة الجيدة بينها وينبغي ان يصان ذلك العمود عن تأثير الهواء بدهنه بطبقة من صمغ اللك ممسكها خط اوخطان ثم يوضع على سطح احدى نهايتي العامود قرص من الخارصين فيه بعض ثخن وذلك على وجه الخارصين محكم عليه ومن فوق ذلك القرص كرة معدنية [illegible] القطب الموجب وقرص كذلك من نحاس على وجه المسحوق [illegible] القرص كرة من نحاس لتكون بمنزلة القطب السالب وقد يستعمل القصدير بدل [illegible]

يعمل كل منه يقوم مقام الاخر فى ذلك بشرط ان لا يتشابه المعدنان فى طبيعة الكهربائية فلذلك لا تحصل النتيجة باستعمال الذهب مع الفضة والبلاتين لان قوة الكهربائية السالبة فيها قريبة من بعضها هذا والعامود الجاف ولو بلغت از وابعه الفى زوج لا تحصل منه رجة ولا تحليل كيماوى ابدا وانما يحتلى منه بطئ الا ضياء كهربائية عظيمة تظهر فى الميزان الكهربائى وذلك دليل على ان العامود [illegible] ر تنتشر منه الكهربائية ولكون الورق القريب من الجفاف فى هذا العامود موصلا رديئا كان وصول الكهربائيتين منه للقطبين بطيئا عسرا بسبب تعوق سيرهما فى تلك الموصلات وبسبب فقد كثير منهما فى الهواء لان الهواء ولو يابسا دائما يتشرب بعض الكهربائية من الاجسام المكهربة المار عليها فكيف اذا كان رطبا فيتشرب مقدارا كبيرا يمكن ان لا تظهر بسببه كهربائية فى العمود والغالب فى التجريبيات ان يعمل من العمد الجافة عامودان متحاذيان فى كل واحد الفا زوج ويجعل قطباهما السالبان من جهة والموجبان من جهة ويوصلان لبعضهما بشريط معدنى ليكونا كعمود واحد فيه اربعة آلاف زوج فاذا وضعت ابرة معدنية خفيفة سريعة الحركة بين العامودين فى الموازنة بان علقت فى جسم منعزل وكانت غير متحركة بقيت كذلك لانها تكون مجذوبة لكل من العامودين على السوا فلو اميلت نحو احدهما ولو قليلا انجذبت اليه حتى تتشبع من كهربائيته فيطردها وتذهب نحو الثانى فيجذبها اليه حتى تتشبع من كهربائية ايضا فيطردها نحو الثانى وهكذا فتحصل لها حركة مستمرة على هذا النسق وسرعة حركتها هذه او بطؤها يكون على حسب رطوبة الهواء او يبسه فاذا اريد ابطال هذه الحركة تفرغ على القطبين بالفم او لمسا باليد او يوصل جيدا لكون العمود حينئذ استفرغت كهربائيته ولا تعود الا بعد جملة ساعات لما مر أن سير الكهربائية نحو القطبين بطئ جدا

الباب الثالث عشر فى المغناطيسية

هي سيال لطيف لا يقبل الوزن موجود في الاجسام ... ... السيال الكهربائي لكنه داخل في صنف واحد موجود في بعض المعدنيات يجذبها خاصة جذب الحديد اليها فالجذاب اليه فيسمى ما يوجد فيه هذه الخاصة مغناطيسا او مغناطيسا طبيعيا تمييزا عن المغناطيس الصناعي الآتي والقدماء كانوا لا يعرفون من لفظ المغناطيس الاخاصة جذبه الحديد ثم انه من الجواهر المغناطيسية ما تكون هذه الخاصة فيه ضعيفة حتى ان ذا الحجم الكبير منها لا يجذب الحديد الا قليلا وبعضها تكون فيه قوية فيجذب ما يكون حجمه منها بعض قراريط مكعبة ما تزيد رطل او ثلاثا من الحديد ولا ينفصل عنه الا بقوة وعنف واذا دفن المغناطيس او الجسم المغنطس في برادة الحديد تعلقت به وكانت فوق سطحه على هيئة الشعر واذا عرض المغناطيس او الجسم المغنطس لكرة من حديد معلقة بخيط سلس في الهواء او في الفراغ جذب تلك الكرة اليه وكذا لو كان المعلق المغناطيس والمعرض الكرة وفي هذا الباب تسعة فصول●

الفصل الاول في قطبي المغناطيس

هما نقطتا الجذب من الجسم المغناطيسي فلو عرض البندول المغناطيسي اعني الكرة الحديدية المعلقة بالخيط السلس المتقدمة لجملة نقط من المغناطيس الطبيعي او الصناعي لشوهد في البندول زوغان عن خطه المستقيم العامودي وميل الى ناحية ذلك البندول وهذا الميل يكون في الاجزاء البعيدة عن الوسط من المغناطيس دون الوسط فلا يكون فيه ميل البتة ولذا يسمى خط الخمول او الخط الوسط وهو الذي يقسم الجسم المغناطيسي الى جزئين متساويين ونقطتا نهاية البعد عن ذلك الخط من الطرفين تسميان بالقطبين وقوة الجذب فيهما اقوى منها في بقية نقط الجسم وكلما قربت الاجزاء من الخط الوسط كما يظهر ذلك فيما لو دحرج المغناطيس على برادة الحديد فانه يشاهد ان التصاقها به يكثر في القطبين وينقص كلما اخذ نفي

فى البعد عنهما حتى لا يوجد شئ منها يلتصق عند الوسط ويشاهد مثل ذلك فيما لو جعل بين المغناطيس والبرادة حائل من الورق او المقوى الرقيقة المصقولة فان البرادة تصطف فوق ذلك الحائل على هيئة خطوط منتظمة من قرب الوسط ثم تتقوس كلما قربت الى القطبين حتى تجتمع فيهما فتكون عليهما سطحا كرياً واذا قطع الجسم المغناطيسى الى اجزاء متعددة كان كل جزء ولو دقيقا مغناطيسا مستقلا له قطبان ووسط فمن ذلك يعلم انه يستحيل وجود مغناطيس له قطب واحد ولو علق قطعتا مغناطيس فى خيط غير مفتول وقربتا الى بعضهما الشوهد تباعدهما من القطبين المتماثلين وتجاذبهما من القطبين المتخالفين فاذا تركا معلقتين وبينهما بعد اتجه من كل واحدة طرف الى ناحية الشمال فاذا اقرب هذان الطرفان من بعضهما تنافرا واذا قرب احدهما للطرف الثانى الذى كان متجها نحو الجنوب تجاذبا فمن ذلك اخذ وجه تشبيهه بالسيال الكهربائى وعلم ان فيه قوتين متضادتين وتاثيرهما فى جذب الحديد واحد ومعنى تضادهما انهما يتعاكسان الجذب فما تجذبه احداهما تنفره الاخرى وكل واحدة منهما تمحق الاخرى فلو علقت قطعة من حديد كالمرسوم عليها حرف ن فى الشكل (١٥٥) فى قطب مغناطيس وقرب لهذا القطب على وضع عامودى القطب المخالف له ج من مغناطيس اخر وكانا متماثلين فى القوة لسقطت حديدة ن قبل ان يلمس قطب ج قطب ش فى الشكل المذكور لان قوة كل من القطبين تمحق الاخرى واذا انضم قطبان متماثلان لبعضهما ازدوجت القوة والغالب فى المغناطيس الصناعى والالات المتمغطسة ان يرسموا على القطب الشمالى منها وهو الذى يدور دائما الى ناحية القطب الشمالى من الارض حرف ش لكونه اول حروف شمال او يعلموه بلون الزرقة كما يشاهد ذلك فى ابرة البوصلة ونحوها ولا باس بان يرسموا على القطب الثانى الذى هو الجنوبى حرف ج علامة له والقطب الشمالى يسمى بالموجب والجنوبى يسمى بالسالب

الفصل الثاني في طبيعة السيال المغناطيسي

اكثر الخواص الموجودة فيه تقربه من السيال الكهربائي ومنها ماتشخصه وتعينه والى الآن لم يتحقق انه اجنبي عن السيال الكهربائي بالكلية وسنبين ما اشتركا فيه وما افترقا فيه في اثناء الكلام الآتي فنقول اظهرت التحاليل الكيماوية ان المغناطيس مركب من اكسيد الحديد بدرجات مختلفة بمعنى انه لا يوجد المغناطيس الا مع الاوكسيجين لا ان اتحاد الحديد بالاوكسيجين موجب لتولد المغناطيس والا لكان اوكسيد الحديد دائما مغناطيسا وكان كلما عمل اوكسيد الحديد وجد المغناطيس وليس كذلك ولو كان الامر كذلك ايضا لما امكن تجريد الحديد عن المغناطيس مع انه يمكن بتسخين المغناطيس على النار حتى يحمر فانه بذلك يتجرد عن المغناطيسية بالكلية ولا يفقد شئ من عناصر تركيبه التي هي الحديد والاوكسيجين واذا برد عادت له خواصه ما عدا المغناطيسية ويمكن ان ترد له المغناطيسية ايضا بدون زيادة في مادته القابلة للوزن والسيال المغناطيسي وان كان يقدر على نوعين كالسيال الكهربائي اعني ان كلا منهما يحتوي على سائلين يتجاذبان لينمحقا الا ان بينهما فرقا من وجوه الاول ان السيال المغناطيسي ينحصر في الاجسام ولا يخرج منها مادامت على حالتها الطبيعية بخلاف الكهربائي الثاني ان مس المغناطيس لا يفقد منه خواصه المغناطيسية بخلاف الكهربائي الثالث ان المغناطيس يمكن ان تمغطس منه قطع كثيرة من الحديد مرات عديدة في ازمنة طويلة من غير ان يفقد من مغناطيسيته اي قوته الجاذبة شئ الرابع انه لا يلزم لحفظ خواص المغناطيس عزله بخلاف الكهربائية الخامس ان المغناطيس لا يوجد في جميع الاجسام المعدنية بل انما يالف الحديد واكاسيده والفولاذ الذي هو ناشئ من اتحاد الكاربون بالحديد وكذا جميع ما تكون من الحديد كسولفور الحديد وهنالك بعض اجسام غير الحديد وما تكون عنه توجد فيها الخواص المغناطيسية لكن بقلة

واما النيكل والكوبالت والكروم والمانقنيز ففيها المغناطيسية الا انها في الاخيرين اقل منها فيما قبلها وخصوصا المنقنيز فهى فيه اقل منها في الكروم لانه لا يتمغطس الا بعد ان يصل في البرودة للدرجة ١٥ او ٢٠ فوق الصفر

الفصل الثالث في تاثير المغناطيس في الحديد والفولاذ

اذا عرض الحديد لتأثير المغناطيس فيه صار مغناطيسا وقتيا ذا قطبين وخط متوسط فاذا وضع على احد قطبي مغناطيس اسطوانة صغيرة من حديد ثم قرب منها برادة الحديد تعلقت بها حالا على هيئة شرابة لكنها لا تصل الى نصف الاسطوانة لان خطها المتوسط بعد وضعها على المغناطيس يكون قبل خطها المتوسط قبل وضعها عليه اذ بالوضع صار المغناطيس كجزء منها وصورة ذلك مرسومة في الشكل (١٥٦) فان المغناطيس فيه جسم س والخط المتوسط نقطة ن فاذا انفصلت الاسطوانة عن المغناطيس سقطت البرادة منها وبذلك يتبين ان تمغطسها وقتى فلو قرب من تلك الاسطوانة بدل البرادة اسطوانة اخرى مثلها تعلقت بها بواسطة جذب المغناطيس لها ولذا لو قرب من تلك الاسطوانة اسطوانة ثالثة ورابعة وهلم جرا على حسب قوة المغناطيس ويكون ذلك كسلسلة اذا فصل اول حلقاتها الذى هو جسم المغناطيس انفصلت كل حلقاتها من بعضها وتشتت ولا يكتسب الحديد من المغناطيس في هذه الحالة شيأ اذ لا زمن ولا محل له يكتسب بهما ولا يقال انه اكتسب شيأ الا اذا بقى محفوظا فيه بعد انفصاله عن المغناطيس واذا دلك الحديد بالمغناطيس مرات كثيرة تمغطس الحديد من غير ان يفقد المغناطيس من قوته شيأ وتمغطس الحديد من ذلك دليل على ان السائلين المغناطيسيين موجودان فيه لكنهما متحدان ولا يفصلهما الا المغناطيس بجذبه لاحدهما وتنفيره للآخر وهذا هو السبب في ان الحديد يكون مجذوبا للقطبين على حد سوا اذ لو تماثل السيال في الحديد وفي القطب لتنافرا لانه لا يحصل الجذب الا اذا اختلف السائلان

والمغناطيسية يعرف الحالة القطبية لا يظهر لها [illegible] الابعاد
السطح [illegible] وهذه هي صفات الكهربائية بعينها فعلم تماثل الكهربائية
والمغناطيسية والفولاذ في ذلك كله كالحديد غير ان قبوله لتاثير المغناطيس
فيه يكون بطيئا على حسب سقيه وكبر حجمه فالمسقى جيدا او كبير الحجم
لا يتأثر من المغناطيس ولا يعلق به الا بعد ربع ساعة او نصف فاذا تأثر بعد هذا
الزمن انجذب اليه بقوة كالحديد واذا تحك الشمع المغناطيس بامرار احدهما على
الاخر من غير ترجيع اكتسب الفولاذ القوة المغناطيسية وحفظها كالحديد
فيظهر في القطعة المغطسة منه القطبان وخط الحيود فيكون تمغطسه
كاملا وسبب بطء تمغطس الفولاذ مقاومة اجزائه بسبب بيوستها لتحليل
المغناطيس سائليه المغناطيسيين اكثر من مقاومة اجزاء الحديد لذلك وهذه
المقاومة تسمى بالقوة المانعة لكن متى حصل فيه تحلل السائلين المذكورين
وجدت فيه مقاومة لتركيبهما ثانيا اعني رجوعهما للحالة الطبيعية وتسمى
تلك المقاومة بالقوة المانعة ايضا فالحديد البسيط الذي لم يطرق ولم يلو لا توجد
فيه هذه المانعة ولذا يميز عن غيره بتسميته بالحديد المطاوع فعلم مما سبق انه
يمكن عمل مغناطيس صناعي يقوم مقام الطبيعي في اعماله ومن ذلك الابرة
التي تكون في البوصلة وهي شريط من فولاذ يعمل على هيئة المربع المعين
المستطيل المستدق الطرفين كما في الشكل (١٥٧) ويجعل في وسطه فص
صغير من العقيق محله ن في الشكل المذكور وفيه حفرة مخروطية الشكل
ليوضع فيها سهم من فولاذ مرسوم عليه ص له سن حاد تدور عليه الابرة
لتكون مطلقة الحركة بالكلية وقد تجعل هذه الابرة قضيبا دقيقا جدا من
فولاذ والآلة المسماة بالقضيب المغناطيسي هي كالابرة السابقة غير انها
كبيرة الابعاد واذا كان هناك جملة قضبان متمغطسة اشكالها واقطابها
متماثلة تكون منها ما يسمى بالحزمة المغناطيسية

الفصل الرابع في معرفة كون الجسم مغناطيسيا او ممغطسا

متى عرض جسم من جميع جهاته لقطب ابرة مغطسة ولم تجذبه علم انه ليس فيه سيال مغناطيسى وان انجذب من كل جهة كان مغناطيسيا بالطبيعة وان انجذب من جهات ونفر من جهات كان الجسم متمغطسا وكان له قطبان وقد يتفق ان يكون له اكثر من قطبين فتكون له حينئذ نقط منتجة وطريق معرفة النقط المنتجة من جسم ان يقرب الجسم من جميع جهاته وهو علمودى لابرة ممغطسة فان تجاذبا الاقوى والابرة كان الجسم خاليا عن النقطة المنتجة وان شوهد جذب ثم نفور ثم جذب فى محل كان ذلك محل النقطة المنتجة فان كان فيه نقطتان منتجتان شوهد جذب ونفور وجذب ونفور وقد تكشف النقطة المنتجة ايضا بوضع الجسم على برادة الحديد فيتعلق به البرادة من جميع النقط المنتجة كما هو مرسوم فى الشكل (١٥٠١) فان نقطتى ب ن منتجتان زيادة عن النقطتين القطبيتين للمغناطيس هنا وهمات ث وفى جميع الاجسام المغطسة المذكورة فى هذا الباب ترسم نقطتان بدل ت ث اللتين هما النقطتان المركزيتان للقوة المغناطيسية لكونهما محل القطبين وبعدهما عن طرفى الاجسام المغناطيسية لا يختلف الا يسيرا

الفصل الخامس فى تاثير الارض المغناطيسى

من الواضح المشاهد ان الابرة الممغطسة الموضوعة على البهم او المعلقة بخيط من الحرير لا تقف على وضعها كغير المغطسة بل تتحرك وتضطرب حتى تأخذ اتجاهها ناحية احد القطبين ولو حولت عنها العادت اليها وما ذلك الا من القوة المغناطيسية التى للارض التى شابهتها القوة المغناطيسية التى للابرة بدليل ان الابرة دائما انما تتجه لاحد قطبى الارض واتجاهها الذلك لا يختلف بكونها فى اعالى الجبال او فى اسفل المغارات او فى الشمال او فى الجنوب او فى خط الاستواء وتسمية احد القطبين للمغناطيس بالشمالى والاخر بالجنوبى انما هو تابع لقطبى الارض الشمالى والجنوبى فالسيال

المستولى فى النصف الشمالى من الكرة يسمى بالسيال [illegible] والمستولى فى النصف الجنوبى يسمى بالجنوبى ومن حيث ان السيالين اذا [illegible] واذا المختلفان تجاذبا فالقطب الجنوبى للابرة الممغنطة يتوجه نحو الشمال والشمالى نحو الجنوب والدليل على ان السيال المغناطيسى لا يتغير بالارتفاع وغيره ما امران المعلم جاليوساك لما ارتفع فى القبة الى نحو سبعة آلاف ميتر رأى ان التأثير المغناطيسى لكرة الارض فى بيت الابرة الذى كان معه لم ينقص ولم يتحول ثم ان اتجاه سن الابرة الى ناحية القطب لما لم يكن على سمت خط الزوال دائما بل منصرفا عنه قليلا الى ناحية المغرب كان ذلك الانحراف مسمى بالبعد وهذا الانحراف لا يكون الاغربيا ففى الشكل (١٥٩) خط ش ج هو خط الزوال و ط هو قطب الابرة الجنوبى والزاوية التى تتكون من انصراف رأس الابرة عن خط الزوال تسمى بزاوية البعد والخط الزوالى المغناطيسى هو الخط المقوس المار على حسب اتجاه الابرة نحو ط والكرة والآلة المعدة لمعرفة مقدار بعد الابرة عن خط الزوال تسمى بوصلة البعد والآلة المعدة لمعرفة مقدار ميل الابرة عن خط الافق تسمى بوصلة الميل وزاوية الميل هى الزاوية التى تتكون من ميل الابرة عن استقامتها على خط الافق اذا كانت مطلقة الحركة على سهمها ففى الشكل (١٦٠) خط و ى هو الافق وخط ش ج هو خط الزوال و ا ب هو الابرة وزاوية ا و ت هى الميل وقد وجد من جانب كرة الارض من جميع نواحيها انه كلما قرب من القطبين كان ميل الابرة اعظم ويفقد الميل المذكور فى الاماكن التى تحت خط الاستواء ويكون وضع الابرة فى هذه الحال افقيا على الخط الزوالى ولذا تسمى هذه الحال بخط الاستواء المغناطيسى وهذا الخط مائل عن خط الاستواء الارضى بعشر درجات او ثنتى عشرة درجة واذا كانت الابرة سائرة فى خط الاستواء وانفصلت عنه تحول قطباها معا فيصير الشمالى جنوبيا والجنوبى شماليا دفعة واحدة والى الآن لم يتحقق المحل الحقيقى للقطبين المغناطيسيين فى كرة الارض ويمكن ان يقال انهما بعيدان عن محور الارض

بعض ميات من الفراسخ وان القطب الشمالى غربيه والجنوبى شرقيه وعلى
حسب ماشاهده بعض السفار عرف ان قوة السيال المغناطيسى لكرة الارض
تكون عند القطبين اعظم منها عند خط الاستواء بمرة ونصف وبيت الابرة
البحرى المسمى ببركار الفروق يوضع فى السفن على وجه به تستمر الابرة على
وضع افقى ولواشتد اضطراب السفينة بسبب الارياح والامواج مهما اشتد
ومنفعته فيها تعيين النقطة الشمالية ليهتدى بها سير السفينة ويرسم تحت
الابرة مايسمى بوردة الرياح وهى عدة مثلثات مستدقة الاطراف مختلفة
الالوان مرسوم على اطرافها علامات الاركان الاربعة الرئيسية للهوآء
وعلامات النقط المتوسطة بينها الدالة على اتجاه الرياح عند هبوبها وبيت
الابرة المذكور وان كان حديث العهد عندنا فهو معروف عند اهل الصين
قبل البعثة باكثر من خمسة عشر قرنا وابرة البعد يحصل لها دائما فى جهة
المشرق او المغرب من خط الزوال المغناطيسى حركات تحويلية اما فجائية
عارضة اودورية منتظمة والاولى تسمى بالاضطرابات والثانية بالتغيرات
اليومية وقد شوهدت التغيرات الدورية فى باريز فى الايام التى لا اضطراب فيها
لبيت الابرة فشوهد ان الابرة بالليل تكون فى حالة تقرب من حالة الوقوف
فاذا بزغت الشمس اخذت فى الحركة واتجه طرفها الشمالى اوالجنوبى نحو
المغرب كانه فار من الشمس فما تأتى عليها ثلاث ساعات بعد الظهر الا وقد تم
روغانها واستقامت نحو جهة المغرب ثم تبتدى فى الروغان لجهة المشرق
فما تأتى عليها الساعة الحادية عشر من بعد الزوال الا وقد رجعت لوضعها
الاول فتقف كانها نائمة الى طلوع الشمس ثم يتجدد لها ذلك فى اليوم الثانى
وهذا يكون فى الصيف اعظم منه فى الشتاء وكلما كان القرب من خط الاستوآء
المغناطيسى اكثر كان هذا التحول اقل حتى يبقى عنده لاشئ وفى جنوب خط
الاستوآء تكون هذه التغيرات بالعكس فيتجه الطرف الشمالى للابرة نحو
المشرق فى الساعات التى كان يتجه فيها نحو المغرب اذا كان فى شمال خط
الاستوآء واقوى الاسباب لاضطرابات الابرة الاسفار الشمالى وهو الضوء

العظيم [illegible] مدة
عشرما [illegible] عشر [illegible] بعض [illegible] الارض صباح ذلك [illegible]
ابتدأ تميل الابرة المغنطيسة فى هذه الارض فى اضطراب دائم وتحول عظيم
يعرف منهما ظهور ذلك الاسفار فى بلاده ولو بعدت جدا عن محل الابرة فقد
شاهد من رصد الابرة المذكوران ه قد اعتراها تحول فجأة ولم يظهر له سبب
ثم بعد ايام علم من اوراق الوقائع ان سببه ذلك الاسفار ومما اشتهر ان بيوت الابر
فى لوندره وباريز وبيتر بورغ اعترتها حركات تحولية متماثلة فى آن واحد
وبعد ذلك علم ان سببه ظهور الاسفار الشمالى فالعارف بالطبيعيات يعرف
وهو فى داره من بيت الابرة ما حصل فى الجهات الشمالية كما انه يعرف وهو
على وجه الارض ما حصل فى طبقات الهواء بالبارومتر وكلما كان القرب من
الشمال اكثر كان التحول اشد والزلزلة كثيرا ما تسبب هذا التحول وكذا سقوط
الصواعق حتى ان امر ذلك قد يقلب اتجاه قطبيها فقد شوهد فى السفن ان
بيوت الابر انعكس اتجاه اقطابها واضر ذلك بالمسافرين الذكان قصدهم
الجنوب فتوجهوا نحو الشمال بسبب هذا الانعكاس فوقعوا بين صخور
وكابدوا مشاق عظيمة

الفصل السادس فى تاثير الارض المغناطيسى فى الحديد

قد ذكرنا ان للارض تأثيرا مغناطيسيا فى الاجسام التى مغناطيسها فى الحالة
الطبيعية فتجتهد فى تحليل تركيب مغناطيسية تلك الاجسام الذى هو
مختلف فيها بقلة المقاومة وكثرتها والحديد العبيط له فى ذلك خصوصيات
لا توجد فى غيره وهى انه ليس فيه مقاومة فى تحليل مغناطيسه الى السائلين
المغناطيسيين وانه لا يحفظ شيأ من التأثرات المغناطيسية التى تحصل له فاذا
قرب قضيب من ذلك الحديد طوله ثلاثة اقدام من الابرة وهى على سهمها
وكان وضعه بحذائها عموديا كما فى الشكل (١١٦) اكتسب القضيب قطبا
جنوبيا من الاسفل ى وقطبا شماليا من الاعلى و اذا كان محاذيا

بطوله الطرف الابرة ج كما هو مقتضى الوضع العامودى والدليل على
ان القضيب ليس له قوة ممانعة وانه يتأثر من السيال المغناطيسى للارض
انه اذا قلب دفعة بحيث صارت و فى محل ل انقلب قطباه فيصير طرف
م الذى كان اولا فى ى قطبا شماليا وطرف ل الذى كان فى و قطبا
جنوبيا وانحل تركب السائلين المغناطيسيين فى الحال بعكس ما كانا عليه
اولا وذلك انما هو بواسطة فعل الارض واذا كان المقرب للابرة قطعة من
حديد اقصر من القضيب لم يدرك حصول النتيجة وكذا اذا وضع القضيب
افقيا فنتج مما ذكر ان الاجسام القابلة للتمغطس تصير بتأثير مغناطيس الارض
مغناطيسا لكن يكون قطباه مائلين للتغير على حسب الوضع الذى هما عليه
ولو غرز قضيب من الحديد العبيط فى الارض من احد طرفيه وبقى مغروزا
كالعامود ثم طرق بالمطرقة مدة دقائق حفظ ذلك الطرق قطباه ولا يتغيران
اذا قلب مالم يطرق بعد القلب طرقا كالاول فانه يتمغطس بالعكس وبذلك يمكن
تغيير القطبين على حسب ما يراد غير ان القوة الممانعة الحادثة من الطرق
تفقد بعد بعض ايام بل قد يتفق انها تفقد بعد ساعات فيحتاج الى تجديدها
ثانيا بطرق جديد ومن احداث التمغطس بالطرق المذكور يعلم كيف يتمغطس
الحديد او الفولاذ باللى وبالبرد بالمبارد وكيف تتمغطس جميع الآلات التى فى
دكان الحداد بسبب تشغيلها ومما يكسب الحديد القوة المغناطيسية ايضا
تصدؤه قليلا واى جسم تمغطس بطريق من الطرق الميخانكية التى هى الطرق
واللى والبرد وغيرها وكان وضعه فى وقت ذلك عموديا فقطبه الجنوبى يكون من
الاسفل فى نصف الكرة الشمالى اعنى الذى نحن فيه وهو من خط الاستواء
الى القطب الشمالى من الاعلى وفى النصف الجنوبى وكيفية تمغطس الحديد
باللى ان يؤخذ ثلاثون او اربعون سلكا من حديد طول كل منها نحو قدم
ويوقف عموديا وتلوى على بعضها واحدا بعد الآخر حتى تكاد ان تذهب
سلاستها وتقرب من الكسر فبذلك تصير كلها مغناطيسية ثم يجعل كل عشرين
منها حزمة بحيث تكون اقطابها المتماثلة من طرف واحد وهذه الحزم تنفع

لمغناطسة الابر والقضبان وغيرها من جميع الآلات المغنطسة ويمكن مغنطسة قضبان الفولاذ بوضعها عموديا ودلكها بقضيب من حديد ويكون عموديا ايضا

الفصل السابع في تعيين القوة المغناطيسية

تتعين القوة المغناطيسية للمغناطيس الطبيعي او الصناعي بفروق اوزان الاجسام التي يرفعها المغناطيس ويمكن تعيين القوة المذكورة بعدد الذبذبات التي تحصل في الجسم المغناطيسي المعرض لتأثير الارض كالابرة الموضوعة على سهمها وهذه الواسطة لتعيين القوة المغناطيسية اتقن من ذلك وهي ميزان كلونب الذي هو كالميزان الكهربائي غير ان العمل فيه هنا يكون اجسام ممغنطسة او مغناطيسية وفي طرف السلك ورقة رقيقة من النحاس بدل المرود الذي من صمغ اللك وتطوى الورقة من ناحيتيها حتى تكون بمنزلة ركاب تحمل فيه الاجسام الممتحنة وقد امتحن بالميزان المذكور مرات كثيرة اذا قوبلت ببعضها انتج منها ان قوتي الجذب والنفور اللذين للمغناطيس يكون كل منهما بعكس مربعات المسافة كقوة الجذب والنفور اللذين للمغناطيس

الفصل الثامن في طرق المغنطسة

هما طريقتان طريقة باللمس المنفرد وطريقة باللمس المزدوج ولنبين كيفية المغنطسة بكل واحدة من الطريقتين على حدتها فنقول

اما الطريقة الاولى تكيفية المغنطسة بها كما في الشكل (١٦٢) ان يطرح على الارض ونحوها حزمتان من الحديد الممغنطس جيدا يجعل قطباهما ج ش متقابلين وبينهما فضاء مناسب لطول الجسم المراد مغنطسته ليوضع فوقهما ثم تمسك باليدين حزمتان آخرتان ممغنطستان جيدا ت ث بين الاصابع كما يمسك القلم عند الكتابة فتوضعان في وسط الجسم المراد مغنطسته مع امالتهما نحو طرفيه حتى تكون زاوية الميل خمسا وعشرين درجة او ثلاثين درجة وليكن قطب كل من هاتين الحزمتين موافقا للقطب الحزمة

للقوالب بجهته من الحزمتين الاولين ثم يسيران على الابرة المراد تمغطسها مثلا تسييرا طبيعيا مع تحاملٍ على نسق واحد موجهة احداهما الى جهة ى والثانية الى جهة ومع حفظ ميلهما حتى ينهيان الى الطرفين في آن واحد ثم ترفعان وتردان الى الوسط ويمر بهما ثانيا كما مر وهكذا حتى تتمغطس الابرة تمغطسا تاما فان كانت الابرة رقيقة جدا لا تتحمل مرور الحزمتين عليها فليوضع تحتها قطعة من الخشب من ج الى ش وهذه الطريقة هي المختارة لمغطسة الابر والصفائح الرقيقه واما غيرهما مما هو سميك بان يزيد سمكه عن اربعة او خمسة من ميلي ميتر فيختار فيه الطريقة الثانية المذكورة في قولنا واما الطريقة الثانية وهي التي تكون باللمس المزدوج فكيفية المغطسة بها بعد الاستعدادات السابقة في الطريقة الاولى وكون زاوية الميل هنا خمس عشرة درجة او عشرين ان يوضعا معا من طرفيهما ن ب مع تبعيدهما عن بعضهما بخمسة او ستة من ميلي ميتر وحفظ هذا البعد بوضع قطعة من الخشب او الرصاص او النحاس بينهما على نقطة الوسط ثم يسيرانها الى احد الطرفين ثم منه الى الطرف الثاني وهكذا حتى يحصل التمغطس للجسم المراد مغطسته بشرط ان يكون انتهاء المر الاخير من التسييرات الى الوسط الذى وقع الابتداء منه ليكون عدد مرورهما على كل من النصفين واحدا وانما سميت هذه الطريقة بطريقة اللمس المزدوج لكون الحزمتين يمران معا على كل الصفيحة وان كان الابتداء من نقطة الوسط بخلاف الطريقة السابقة فان كل واحدة منهما تمر على النصف المحاذى لها ويلزم في كل من الطريقتين ان يثبت كل من الحزمتين في حاملة من خشب ليكون ميلهما دائما محفوظا على حالة واحدة ومن حيث ان اللمس المزدوج ينشأ عنه سيال مغناطيسى اكثر اختير لمغطسة الاجسام السميكة كالقضبان فلا يستعمل في مغطسة الابر ولا الصفائح الرقيقة لكونه يحدث فيها خللين اولهما ان الذى ينشأ عنه قطبان غير متساويين في القوة بل تكون نقطة الوسط اقرب الى الطرف الذى لمس آخرا ثانيهما انه كثيرا ما ينشأ عنه نقط منتجة سيما اذا كانت الصفائح

او القضبان طويلة والمغناطيس ذو النقط المنتصبة لا يتصب اقبابها مستعملا هذا وكثيرا ما تمغطس صفايح من الفولاذ تكون على هيئة نعل الفرس ثم تجمع كما في الشكل (١٦٣) وكيفية تمغطسها ان توضع اطرافها ملامسة الحزمتين السفليين كما هو مرسوم في الشكل المذكور ثم تسير عليها الحزمتان معا من نصف تقوسها الى نهاية الطرف ثم منه الى الطرف الاخر وهكذا الى اخر ما سبق واعلم انه يمكن تفريق القوة المغناطيسية في اجزاء الجسم المراد مغطسته بان يرسم بالمغناطيس على صفايح من فولاذ قطر كل منها ثمانية قراريط او عشرة وسمكها خط او نصف صور او اشكال على حسب ما يراد فيتمغطس من تلك الصفايح ما مسه المغناطيس فقط فاذا ذر عليها برادة الحديد تراكمت على الصور والاشكال الممغطسة فتظهر تلك الصور والاشكال

الفصل التاسع في حافظ المغناطيسية

لما كانت بعض الاوضاع تفقد من الاجسام الممغطسة بعض قوتها كما اذا وضع قضيب ممغطس وضعا عموديا زمنا طويلا في النصف الشمالى من الارض وكان قطبه الشمالى من الاسفل بل قد يتغير قطباه لزم ان يجعل لبعض الاجسام الممغطسة قطعا من حديد تجعل لها كالدعائم كما في الشكل (١٦٣) لتحفظ فيها القوة المغناطيسية بسبب تحليلها تركيب تلك الدعائم ولزم ان يجعل لنحو القضبان الممغطسة بعد وضعها متوازية الاقطاب المتماثلة في نحو علبة قضيبان مربعان من الحديد العبيط يوضعان بالعرض من الطرفين حفظا لقوتها او ان تجعل للصفايح المرسومة في الشكل (١٦٣) في طرفيها قطع من الحديد العبيط يغطى اطراف تلك الصفايح كما في الشكل المذكور وان يجعل للحزم المرسومة في الشكل (١٦٢) في نقطتى و د رباط متين من النحاس لحفظ قوتها المغناطيسية ويحفظ هيئة وضعها ايضا واما الابر الدائرة في الاعمال فلا تحتاج الى حافظ فان تأثير الارض فيها كاف في حفظ قوتها والمغناطيس الطبيعى يبيتونه على وجه به يكون محفوظا باربع

قضيبان من النحاس تحيط به كما فى الشكل (١٦٤) اثنان عاموديان ب ب يسميان بالخناسين واثنان افقيان ت ت ودعامة هى ط وقدمان هما ش ج وهما ايضا قطباه وحرف ى هو جسم حجر المغناطيس هذا ووجد فى حجر المغناطيس غريبة لم تعلم حكمتها وهى ان الحجر اذا كان يرفع بقوة الجذب زنة عشرين كيلوا جرام من الحديد وزيد له فى كل يوم مقدار لطيف تحمله حتى يصير يرفع ثلاثين او اربعين كيلوا جرام غير انه متى زاد المقدار عن طاقته دفعة سقط ولا يرفعه بعد الا اذا قدم له جزأ فجزأ على التدريج حتى يصل الى المقدار الاول

الباب الرابع عشر فى الايليكترودوناميك ويسمى بالايليكترو ومينا تيسم

هو فرع من العلم الطبيعى غايته معرفة الحوادث الصادرة من تفاعل الكهربائية والمغناطيسية فى بعضهما واول من زاده فى هذا العلم ايرستيدت معلم طبيعى من مدينة كوبنهاكن من بلاد السويد اخترعه منذ سبع عشرة سنة اعنى فى سنة خمس وثلاثين بعد الالف والمائتين من الهجرة لما عمل تجربة منها عرف تأثير الكهربائية فى الابرة المغناطيسية وسماه بالايليكترو ومينا تيسم اى الكهربائية المغناطيسية فلما علم ان الذى لتسلطن فى تولد هذه الحوادث هو الكهربائية سماه بالايليكترودوناميك اى تاثير الكهربائية فى المغناطيس وكثيرا ما يستعملون احد الاسمين مكان الاخر والحوادث المذكورة امران الاول انه اذا قربت ابرة ممغطسة متحركة على سهمها الى نقطة من السلك الذى بين قطبى عمود وولطه او عمود ولوستون زاغت عن اتجاهها واضطربت وتذبذبت كثيرا ولا يحصل منها جذب ولا نفور حتى تقرب بالكلية من ذلك السلك فقد اثرت الكهربائية فى المغناطيس الثانى ان المغناطيس يؤثر فى الكهربائية فيما اذا قرب من موصل متحرك يكون فيه تيار جلوانى فيوقفه ثم ان السيالين الكهربائيين لا يؤثران فى المغناطيسية الا اذا كانا منتشرين

وكلما زاد شدة التيار بين الجسم المغنطس نقصت شدة الفعل بخلاف فى القوة المغناطيسية فان الكهربائية تؤثر فيها ولو كانت كامنة فتحل تركيبها بازالة القوة المانعة فان هذه النتيجة كما تحصل فى الحديد البسيط تحصل فى الفولاذ كما بين ذلك المعلم اراغو فى فرانسا فانه قرب برادة الحديد من سلك موصل سار فيه التيار الكهربائى فالتفت البرادة حوالى السلك غير منغرسة فيه كما تكون على المغناطيس بل صارت مرصعة عليه بالعرض كانها حلق وصارت كلما كان التيار اكثر قوة تكون هى اكثر ثخانة حتى انها ربما تراكمت وصارت طبقة سمكها من خط الى خط ونصف فلما انقطع التيار سقطت حالا ولابد فى هذا الباب من ملاحظة امرين رئيسين اولهما يسمى الفعل المهدى والثانى الفعل الجاذب او المنفر

الكلام على الفعل المهدى

اذا وصل بين قطبى عامود دولوستون فى حال تشغيله بموصل ممتد فى وضعت الابرة المغنطسة فى الخط الزوالى وضعا افقيا فوق الموصل او تحته زاغت عن ذلك الوضع ففى الحالة الاولى بان كان الطرف الموجب للعمود جهة الجنوب اتجه القطب الجنوبى من الابرة جهة المشرق وفى الحالة الثانية يتجه جهة المغرب وان كان الطرف الموجب للعمود جهة الشمال اتجهت الابرة عكس الاتجاه الاول وتبقى افقية على السلك الموصل اذا لم يوجبها الفعل المغناطيسى الارضى الى الاتجاه نحو خط الزوال وذلك فيما اذا انقطع تأثيره فيما وضع قضيب ممغطس وضعا افقيا فى اتجاه خط الزوال امام الابرة او تعليق ابرتين متماثلتين فى القوة المغناطيسية متمعا كسى القطبين بخيط من الحرير الخام الغير المفتول ص على محور ت كما فى الشكل (١٦٥) فانه متى فعل ذلك لم يكن للقوة الايليكترودينامية فعل به ترجح جذب قطب دون آخر بل الذى لهما هو الفعل المهدى الذى به تلتفت الابرة حتى تصير عامودية على السلك الموصل للتيار الكهربائى وانما عبروا بالتيار الكهربائى تسهيلا لمعرفة الدورة الكهربائية فاذا فرض ان الكهربائية ذهبت من القطب الموجب الى

القطب

القطب السالب بالموصل ومن السالب الى الموجب بالماء وحصل من ذلك حلقة كاملة لا انقطاع فيها وقد اخترع المعلم الطبيعي الفرنساوي امبير الذي مات سنة اثنين وخمسين بعد المائتين والالف من الهجرة عبارة تخيلية بها وضح الفعل المهدي فقال ان في باطن السلك الموصل انسانا قدماه نحو القطب الموجب ووجهه دائما جهة الابرة بحيث لو انقلبت لا نقلب بوجهه نحوها والكهربائية تمر من قدميه الى رأسه فهو دائما ملتفت بوجهه الى الابرة يمنعها عن ان يزوغ قطبها الجنوبي عن جهة شماله

الكلام على الفعل الجاذب والمنفر

اذا وضع سلك موصل في طول الابرة بحذائها سواء كان فوقها او تحتها او بجانبها وكان القطب الجنوبي شمالي التيار كما هو الغالب تفاعلت الابرة والسلك تفاعلا جذبيا لكن لا يحصل هذا التفاعل الا اذا كان الخط العمودي الواقع من وسط السلك على الابرة واقعا بين قطبي الابرة فان كان واقعا على القطب لم يحصل التفاعل وان كان واقعا بعيدا عنه حصل النفور وفي هذا الباب ثمانية فصول

الفصل الاول في الآلة المسماة بالمضاعف

المضاعف بكسر العين ويسمى بالجلوانوميتر اي مقياس السيال الجلواني قد اخترعه المعلم شويفير بعد ظهور الكهربائية المغناطيسية بقليل وسمي بالمضاعف لانه يضاعف قوة الايليكترود يناميك ويكشف ادنى كهربائية تنتشر وهذه الآلة مؤسسة على ان التيار الكهربائي الكثير الزوايا او الحلق او المتلاقي الاطراف اي الذي يتبع موصلا كثير الزوايا او حلقيا الى اخره يؤثر بجميع اجزائه في ان ا جه الابرة المغطسة القليلة الحركة الموضوعة في وسط الموصل بالجهة الواحدة كما في الشكل (١٦٦) ويمكنها من ان تدور عامودية على سطح الموصل بجزء الموصل الذي من ب الى ك هو المستعد لتوجيه القطب الجنوبي من الابرة الى الامام والاجزاء التي هي من ك الى ر ومن

[illegible] من المتحدة فى ادارة الابرة الى جهاتها
فاذا كان هناك حلقة ثانية من سلك احدثت نتيجة جديدة مماثلة للاولى وكذا
لو كان هناك حلقة ثالثة اورابعة وهلم جرا فانه يتولد فى كل حلقة قوة جديدة
اذا كان التيار ساريا فى التلافيق لا مارا من جانبها من لفة الى اخرى ولعمل
ذلك يؤخذ سلك من الفضة او النحاس الاصفر طوله من ثلاثين ذراعا الى
اربعين وغلظه بعض اجزاء من ميللى ميتر ويلف عليه خيط من حرير لفا جيدا
بحيث لا يشاهد منه شئ ثم يلف السلك على مربع صغير ثخين من خشب
كما فى الشكل (١٦٧) له حافة مرتفعة لحفظ السلك الملفوف فى محله ويوضع
هذا المربع عاموديا على حمالتين من خشب ص ص ويترك من طرفى
سلك ب ب مقدار قدمين طولا اساسيا وهذا المقدار هو المسمى بخيطى
المضاعف يدخل التيار فى احدهما ويخرج من الآخر ثم يوضع الجهاز فى محل
ك من الشكل (١٦٨) ويوضع فوقه بحيث يرتكز عليه بواسطة مسمارى
د د وجه ساعة مدرج ط ليتبين به مقدار الزوغان وفى طرف التقبيب
ف ف خيط من الحرير الخام معلقة فيه الابرة المغطسة س وعقرب
الساعة ه يتبع الابرة فى حركتها ويسير معها وينبغى ان يغطى جميع الجهاز
فى وقت العمل بناقوس كبير من زجاج ليصونه عن الاضطراب بالهواء
ثم يوضع المربع من الخشب على حسب اتجاه خط الزوال الارضى فاذا حصل
التيار الكهربائى زاغت الابرة فيحصل من زوغانها زاوية صغيرة او كبيرة على
حسب شدة التيار وضعفه وقد يستعمل بدل الخيط الذى طوله اربعون ذراعا
خمسة خيوط طول كل خيط ثمانية اذرع بشرط ان تكون اطرافها معراة عن
الحرير فتجمع وتجعل حزمة مندمجة جدا فى بوبه عظيم من طوامها وقد ذكرنا
ان المضاعف يكشف ادنى اثر من الكهربائية بتشر بالمس ويبين طبيعتها وبه
تعلم الكهربائية الحاصلة من ملامسة المعادن للنحاس اعنى من زوج
واحد من العامود وكيفية ذلك ان يوضع قرص صغير من المعدن فى احد
خيطى المضاعف ويوضع فى الثانى قرص مثله من النحاس ويوضع على احد

القرصين

القرصين قرص من ورق رقيق يكون مبتلا بماء قراح ثم يقربان لبعضهما مع الكبس على القرص المبتل الموضوع بينهما فتضطرب الابرة فى الحال وتطوف جملة مرات قبل ان تقف لشدة التاثير الواقع عليها وليس انتشار الكهربائية هنا من ملامسة القرصين لان الورق حائل بينهما بل هو من ملامسة الخارصيني لسلك النحاس لاغير والكهربائية التى تنتشر على الخارصيني زجاجية والتى تنتشر على النحاس راتينجية كما هو معلوم مما سبق واذا كان احد خيطى المضاعف متصلا بوسادة آلة كهربائية ولو قوية والاخر حاد على هيئة سن وكان بعيدا عن موصل الالة بعد الاتقاء لم يتسبب عن ذلك الا زوغان يسير لان المضاعف لا يكشف الا الكهربائية باللمس دون الرق بالدلك

الفصل الثاني فى المغطسة بتيار العامود وبالطلقات الكهربائية

اذا وضعت الابرة فى طول التيار الجلوانى بحذائه تمغطست منه مغطسة ضعيفة جدا بخلاف ما اذا وضعت فى عرضه بان يكون سنها بحذاء عرض التيار بحيث تتلاقى معه على زاوية منفرجة فانها تتمغطس مغطسة قوية حتى تتشبع منها بل لو كان بدل الابرة قضيب رقيق لتشبع من الكهربائية لكن لابد ان يكون تأثير الكهربائية فى طول الابرة او القضيب فى آن واحد على وجه به يكون التأثير حلزونيا بان يلف سلك معدنى على انبوبة من زجاج التفافا حلزونيا اما من اليمين الى اليسار كما فى الشكل (١٦٩) واما من اليسار الى اليمين كما فى الشكل (١٧٠) وتوضع الابرة او القضيب فى جوف تلك الانبوبة ثم يسلط التيار الكهربائى على الطرف البارز من السلك من اسفل الحلزون الى اعلاه مع حفظ الانبوبة على وضع به تكون عامودية على خط الزوال المغناطيسى فتتمغطس الابرة او القضيب فى اقصر زمن كزمن نفخة السرارة تمغطسا كليا مثل الذى يحصل لهما فيما لو عرضا للتيار المذكور زمنا طويلا والتمغطس الذى تستفيده الابرة او القضيب

بالحلزون اليمينى يكون فيه القطب الشمالى من الاسفل والذى بالحلزون اليسارى يكون القطب الشمالى فيه من الاعلا فلولف السلك على الانبوبة لفا حلزونيا متضالفا كما فى الشكل (١٧١) لاستفادة الابرة او القضيب من المغناطيسية نقطا متجمعة فقط ولا تتغطس كلها هذا فى المغطسة بتيار العمود واما المغطسة بتيار الالة الكهربائية بان يوصل موصلها بوسائدها بواسطة سلك اوسلسلة تتصل بهما او بسلطتيارها على الابرة فلا تتغطس الا اذا وصلت اليها الكهربائية متقطعة اعنى بالشرر ومع هذا فتغطسها يلزن قليل القوة واما المغطسة بطلقات زجاجة ليد او البترية الكهربائية فتكون اقوى من المغطسة بالالة بكثير

الفصل الثالث فى تدوير التيار للاجسام المغطسة

اعلم ان لكل من الاجسام المغطسة والتيار تأثيرا فى الاخر والمذكور فى هذا الفصل بيان تأثير التيار فى الاجسام المغطسة والمذكور فى الفصل الذى بعده تأثير الاجسام فى التيار والجهاز المرسوم فى الشكل (١٧٢) معد لتبيين الاول اعنى تدوير التيار للاجسام فحرف ك فيه شبار واسع علوه زئبقا الى قرب حافته العليا وحرف د قضيب اسطوانى مغطس فى آخره قطعة من البلاتين فى شكل هـ مشتملة ومثبتة فيه ببرمة والقطب السالب من هذا القضيب اعنى طرفه الشمالى بارز عن الزئبق ببعض اجزاء من ميللى ميترو فى اعلا القضيب المذكور تجويف صغير مملوء زئبقا ايضا يغمر فيه قضيب آخر ط بدون ان يلامس جدران هذا التجويف لئلا تعسر حركات القضيب الاول المغطس والقضيب الثانى ط معلق فى قضيب ثالث ث محمول على حامل لاجل ان يرفع او يخفض عند الحاجة بواسطة برمة ى وقضيب ث المذكور متصل بموصل س الذى هو صفيحة من نحاس متصلة بالقطب السالب لعمود وولاستون وفى مقابلته ذا المرن ل موصل ش المتصل بالقطب السالب فبوصول هذا الموصل الثانى الى حافة الحباب

بواسطة قضيب ت وانغماره فى الزئبق يحصل اتصال بين موصلى س ش وقطبى عامود وولاستون السالب ف والموجب ص فتذهب الكهربائية الزجاجية الى الزئبق بواسطة ش ت ثم تسرى فى القضيب المغطس وقضيبى ط ث حتى تصل الى القطب السالب من العامود ف فيدور القضيب المغطس بسرعة عظيمة من اليمين الى اليسار اذا كان طوله من سبعة قراريط الى ثمانية واذا غير اتجاه السيال الكهربائى كان الدوران بالعكس من اليسار الى اليمين

الفصل الرابع فى تاثير الارض والاجسام المغطسة فى التيار

المقصود من تركيب الجهاز المرسوم فى الشكل (١٧٣) اظهار تأثير الارض والاجسام المغطسة فى تيارى جلوانى فحرفا و ف ساقان من نحاس سكونان لزاوية ين كل منهما تنتهى بكاس ى ى مطلى باطنه بالراتينج ومركز الثانى من الكاسين فوق الاول على خط عامودى والساقان المذكوران يقربان من بعضهما فى محل لـ قربا قويا ولولا وجود الجسم الرقيق بينهما العازل لتلامسا وحرفا ص ط ثلمان محفوران فى لوح صلب من الخشب ق عمقهما بعض خطوط وحرفا د د تجويفان صغيران مستديران يستطرقان بمثلهما بواسطة صليب مكون من شريطين من النحاس بينهما جسم غير موصل كالخشب المطلى بالشمع الاحمر لئلا يختلط التياران الكهربائيان ببعضهما عند مرورهما فى الشريطين وكل من الثلمين والتجاويف الاربعة الصغيرة مطلى بطلاء من الراتينج لئلا تفقد الكهربائية من مسام الخشب ورطوبته ثم الساقان المذكوران يوصلان بالعامود الكهربائى بالواسطة التى يتمكن بها عند الارادة من تغيير التيار المار فى كل منهما وتلك الواسطة هى اسطوانة من خشب مرسوم عليها فى الشكل (١٧٤) ن مدهونة بالراتينج ومحمولة على مسندين من نحاس تدور فيهما لتخفض او ترفع ساقى د د د د النافذين فيها من انفاخى ذ ذ وفى الاطراف

الاربعة لهذين الساقين اربع عوارض من نحاس مرسوم عليها ه ه ه ه
كل واحدة منحنية من طرفيها الى الاسفل مرسوم على الانحناآت الاربع
ت ت ت ت وقد رسمنا هذا الجزء من الجهاز فى الشكل اكبر مما يلزم
لتوضيحه وموضعه منه الثلمان والحفر الاربع المملوءة كلها زئبقا فيوضع
فيها وضعا محكما ولكون احد الثلمين س متصلا بالقطب السالب
وثانيهما ط متصلا بالقطب الموجب لعمود جلوانى وهما غ ر متصلين
بالساقين و ف لا يوجد فى الكهربائية اتصال الا اذا تأرجحت الانحناآت
الاربع وغاصت فى طرف الثلمين والتجويفين اللذين من جهتها فيحصل
الاتصال بين الثلمين والتجويفين وبين الحفر والساقين بواسطة الشريطين
المتصالبين لكون الجزء السفلى من الساقين يرتكز على طرف الشريطين
المنتهيين فى اقرب الحفر اليهما فاذا غاصت الاطراف الاربعة فى الطرفين
الايمنين للثلمين ص ط والتجويفين الايمنين ايضا ذهبت الكهربائية
السالبة الى ساق و والكهربائية الموجبة الى ساق ف واذا كان
بالعكس ذهبت الكهربائية السالبة الى ساق ف والكهربائية
الموجبة الى ساق و وبهذه الكيفية يمكن توصيل احدى الكهربائيتين
ايا كانت الى احد الكاسين ايا كان على حسب الارادة واتقان العملية
يحتاج لان يطلى اللوح الذى يوضع عليه الجهاز كطاولة مثلا وهو الذى
يكون فيه الثلمان بطلاء عازل وان يحترس شدة الاحتراس من ان يبقى على
وجه اللوح اثر زئبق او ماء والا ذهب التيار الكهربائى الى خارج الطرق
التى يلزمه ان يتبعها وان يملأ الكاسان زئبقا ليكون فيهما بمنزلة موصل
كما هو فى التجاويف الصغيرة الاربعة والثلمين وفى قعر كل من الكاسين قرص
صغير من زجاج ط مقعر قليلا لينطبق على قعر الكاس ومن اجزاء هذا
الجهاز سلك من نحاس يجعل على هيئة حلقة كما فى الشكل (١٧٥) يسمى
بالموصل المتحرك لان جميع الموصلات المعدة لان تتحرك بالقوة المغناطيسية
تسمى بذلك وله طرفان ن ب معوجان احدهما فوق الاخر ينتهى كل

منهما

منهما بانتفاخ صغير له سن رقيق كسن الابرة يرتكز عليه اذا وضعا فى الكاسين
ى ى فتسهل بذلك حركة تلك الدائرة وفيما بين الطرفين المذكورين من
ن الى ب قطعتان من الخشب مطليتان ليمسكا ذينك الطرفين فاذا
علقت الدائرة بارتكاز السنين فى الكاسين وحصل التيار بواسطة سلكى م ر
اضطربت ودارت نحو الاتجاه الذى توجبه المغناطيسية الارضية للتيار
السارى فى هذه الدائرة واذا حولت الى اتجاه آخر لم تتبعه بل تعود الى
اتجاهها الاول لما قلنا من انها تتبع الاتجاه الذى تطبعه فيها المغناطيسية
الارضية فاذا أرجعت الاسطوانة المرسومة فى الشكل (١٧٤) وغاصت
الاطراف الاربعة الى خلاف ما كانت عليه تغير اتجاه التيار ودارت الدائرة
نصف دورة واضطربت ثم تثبت على اتجاه مخالف للاتجاه الاول وفى كلتا
الحالتين يكون سطح الدائرة عاموديا على خط الزوال المغناطيسى وفى ذلك
دلالة على تأثير المغناطيس الارضى فيها فلو كانت الدائرة مهيئة على حالة بها
يكون سهلة الالتفات امكن بتحريك الاسطوانة تحريكا لايقا ان تتم للدائرة
حركة رحوية دائمة واذا اريد ان يتحقق التأثير المغناطيسى الارضى فليوضع
بدل السلك المجعول كالدائرة السلوك المرسوم صورتها فى الشكل (١٧٦)
المجعولة على هيئة بها يمر فيها التيار من جميع جوانب محور الدوران باتجاه
واحد ومسافة متساوية ومن حيث ان القوة المهدية متساوية من كل جانب
ومتجهة باتجاه واحد هو الاتجاه المعلم بالاسهم تحصل الموازنة ويبقى الجهاز
المذكور على الحالة التى يوضع عليها على حسب الارادة لكون المغناطيسية
الارضية تؤثر من الجانبين بقوة متساوية ويوجد فى المسافة التى من ق
الى ب فى الشكل المذكور لوح صغير من خشب مطلى يحفظ
السلكين عازلا لهما ولوح آخر بين الطرفين العاموديين ﻫ ﺻ وما ذكرناه
فى تأثير الارض فى التيار يدل على النتايج العظيمة الحاصلة من الاجسام
المغطسة فى التيار ولكون تأثير الارض فى التيار مستمرا ينبغى ان تستعمل
الاجهزة التى يكون بها تأثير الارض كلاشئ لتحصل نتايج المغناطيس

وحدها فى التيار المذكور وهذا هو الذى يشاهد فى الشكل (١٧٦) لانه
بتقريب احد قطبى المقناطيس للجهاز المعلق فى الكاسين يكون الجهاز
مجذوبا او منفرا ويحصل فيه حركات مختلفة بالارادة وذلك على حسب قربه
او بعد ما عرض هو له من احد قطبى الجسم المغنطس سواء كان ذلك
التعريض لليمين اكثر او الى اليسار اكثر وقد عرفنا فى الشكل (١٧٥)
ان التأثير الارضى قد يحدث حركة رحوية فى الموصلات المتحركة التى للتيار
الجلوانى وتحصيل الحركة الرحوية المستمرة يكون بتشغيل الالة ذات
الارجوحتين وهى لوح فيه ارجوحتان كالتى فى الشكل (١٧٤) وبجملة
اشرطة من نحاس مسمرة فيه لتكون موصلات للنقط المرسوم عليها
فى الشكل (١٧٣) ص ط د د وهذه الاشرطة تسمى مجارى التيار
وفى اللوح المذكور ايضا ثلاثة تجاويف تسمى بجور التيار وتوضع فيها الارجل
الثلاثة للآلة المرسومة فى الشكل (١٧٧) التى هى ككرسى ذى ثلاثة
ارجل وحرف ك فى الجزء العلوى من الشكل المذكور طشت من
نحاس فى مركزه اسطوانة قصيرة س ينفذ فيها قضيب من نحاس يعلوه
كاس صغير د وذلك القضيب داخل فى انبوبة معدنية يمكن ان يثبت فيها
بواسطة برمة ضغط ه والانبوبة المذكورة مثبتة فى اسطوانة من خشب
فى مركز س والشريط الذى من النحاس ق متصل باحد جور اللوح
الذى هو حفرة فيها زئبق تصل اليها الكهربائية من احد الاشرطة المسمرة
على اللوح ثم تنفذ منها الى شريط ق التابع لرجل ط وتذهب منه تحت
المركز السفلى لسطح الكرسى ذى الارجل الثلاثة وهنا شريطان يدل عليهما
خطاف ف فى الشكل (١٧٣) تنفذ الكهربائية منهما الى ماق ى ومنه
الى الكاس د الذى فيه زئبق او ماء محمض كالذى فى طست ك ودائما
فى احد هذين السائلين يغمر الجزء السفلى من جميع الموصلات المتحركة
الموضوعة فى د للامتحانات فيمر السائل الكهربائى من الكاس الى سيال
الطست ثم الى الطست نفسه ومنه الى جحر محفور فى اللوح بواسطة شريط

ثم لكن الذى يسبب الحركة الدورية للموصل فى هذا الجهاز هو شريط من نحاس ملتوى حول الطست فى محل ص ملفوف عليه فى جميع طوله خيوط من حرير ومنتهى بطرفين ت ت نازلين من الجانبين على طول الرجل ث حتى ينتهيا فى احد الجور هذا اذا اريد احداث الحركة بتيار حلقى فان اريد احداثها بتيار على خط مستقيم مماس للطست استعمل الجهاز المربع المتوازى الاضلاع المرسوم فى الشكل (١٧٨) وهو جهاز من خشب له شريط من نحاس طويل رقيق ملفوف على الخشب مرات كثيرة ت ت ت ت مغطى فى جميع طوله بحرير وينتهى بساقين من نحاس د د يوضعان فى جحرين صغيرين اذا كان الجهاز موضوعا على اللوح ذى الارجوحة وفى العمل بهذا الجهاز ينبغى ابطال فعل الشريط الحلقى ص الذى فى الشكل (١٧٢) بان يرفع الطرفان ت ت من الجحرين فان كان العمل على لوح ذى سوق مثل و ف ك الذى فى الشكل (١٧٣) والشكل (١٨٢) وهو الاحسن انقطع مرور التيار برفع الموصلات المتحركة واذا اريد اعمال التيار الحلقى الذى فى الشكل (١٧٧) ليؤثر فى الموصلين المتحركين الذين فى الشكل (١٧٩) وفى الشكل (١٨٠) اللذين يرتكز سناهما ا على الكاس الصغير فليسلط التيار المذكور على الموصلين المذكورين فيدورا دورة رحوية تكون اولا سريعة على حالة واحدة فاذا اعرضنا التأثير تيار المربع القائم الزوايا بواسطة الجهاز المرسوم فى الشكل (١٧٨) تحرك الموصل المرسوم فى الشكل (١٨٠) حركة رحوية دائمة تختلف سرعتها على حسب تقريب او تبعيد شعاع ا س من المربع القائم الزوايا واما الموصل المرسوم فى الشكل (١٧٦) فانه يميل للدوران بتأثير الارض وتأثير المربع القائم الزوايا فيه يصيره على وضع ثابت بحيث تكون نقطتا ب ب ف موازيتين لسطح المربع المذكور والموصلان المذكوران اعنى المرسومين فى الشكلين (١٧٩) (١٨٠) مختلفان بكون اولهما له شعبتان عاموديتان احداهما ط منقطعة بلوح صغير رقيق من الخشب المطلى ن عن ان تتصل بجزء ب

من التاج الذى من النحاس ص ص فلا يتصل ذلك التاج بسن التعليق ا الا بواسطة السلك الافقى س او بلوح صغير من خشب مطلى ايضا يكون من ا الى ت يمنع الاتصال بالجزء الثانى للتاج من جهة ت واما الموصل الثالث المرسوم فى الشكل (١٨١) فهو كالموصل المرسوم فى الشكل (١٨٠) غير انه متطوع فى نقطة د بقطعة من العاج فاذا كانت تلك القطعة فى نقطة ذ تحصل من ذلك موصل آخر جديد فبواسطة الموصلات المذكورة كلها تحصل الحركات الرحوية فتغيران تلك الحركات تختلف باختلاف التيار فتكون مع تيار الموصل الحلقى بخلاف ماتكون مع تيار المربع القائم الزوايا

الفصل الخامس فى بقية الآلات الاليكترودينامية

لما برع المعلم اسبير فى هذا الفرع الطبيعى ورأى الآلات المخترعة لتبيين الظواهر الاليكترودينامية كثيرة ومصنوع لها طاولات مختلفة الاشكال ذات اراجيح ابدل تلك الطاولات كلها بلوح واحد وضع عليه اشرطة معدنية لتكون مجارى للتيار واراجيح فقط فكان ذلك كافيا فى جميع العمليات وحينئذ فتجب حيازته فى خزائن الآلات الطبيعية لانه تستغنى به عن جميع ماذكر من الآلات من الشكل (١٧٣) الى هنا وقبل ان نتكلم على كيفية تركيب هذا اللوح بالاختصار نقول ينبغى ان ننبه على امرين هما اساس هذا الباب احدهما ان دائرة التيار الجلوانى المستعمل فى الامتحانات الكهربائية الديناميية يلزم ان تكون دائما تامة فلذا علوا الموصلات المتحركة والاشرطة التى من النحاس المسمرة فى شغال مختلفة من سطح اللوح متباعدة عن بعضها لينبعها التيار الاتى من محل الاربوحتين والخشبات المستطيلة والمستديرة والهلالية لتكون بمنزلة جسور وتدخل فيها اطراف موصلات آخر لا آلات تابعية تأخذ التيار الكهربائى او تعطيه لتكمل الدائرة المذكورة الثانى انه يلزم عند استعمال اللوح ان يسمح مع ما فيه من القطع كالاسنان

والكؤوس والتيجان وبقية اجزآء الجهاز برفق حتى لايكون هنالك شئ يعيق سير التيار وان يكون اللوح مطليا بطلاء عازل كى لاتفقد الاشرطة شيأ من التيار مدة العمل واما تركيب اللوح المذكور اعنى لوح امبير المرسوم صورته فى الشكل (١٨٢) فهو من ارجوحتين محلهما ف ف من الشكل المذكور ومن جملة مجارى كهربائية مرسوم على محلها الالفات الاربع ومن قضيبين من نحاس ق ى يجتمعان ق ك وفى محل الانضمام من الاسفل يعلق ببرمة حامل كاسين صغيرين جدا من زجاج هـ ت اولهما واصل الى ص ومنعزل من ثانيهما ت بواسطة انبوبة من زجاج مطلية يمر فيها الساق ليصل الى ص ويذهب من كل واحد من الكاسين سلكان من النحاس ن ب ن ب فى اخر كل منهما كاسان اخران احدهما فوق الاخر على خط عامودى وفيما بين ن و ب لوح صغير من الخشب المطلى يرتبط فيه السلكان بخيط سنعزلا احدهما عن الاخر وفى محل ط صفيحتان رقيقتان من النحاس احداهما فى كاس هـ وهى القصيرة والثانية فى كاس ت وهى الطويلة وبواسطة برمة ك يمكن تحويل الكؤوس الى اى جهة مع بقاء وضعها العامودى ويوجد فى محل ل ارتفاع مستدير من خشب بين جحرين هلالين يغوص فيهما طرفا سلك من حديد بارز من الارتفاع الخشبى مهيأ فى و بهيئة قوس وتحته ابرة ممغطسة مركبة على سهمها التى تكون من مجموع هذا مقياس جلوانى هذه هى الاجزاء الرئيسة التى يتكون منها اللوح ومع هذا فلا يتأتى توضيح هذا اللوح حق التوضيح لا بالعبارة ولا بالتصوير بالمشاهدة واما كيفية استعماله فهى ككيفية استعمال ما فى الشكل (١٧٣) غير انه ينبغى التنبه الى انه متى اريد غمر اسنان المتوصلات المتحركة فى الكؤوس اورفعها عنها فليكن وضع الاراجيح فى ذلك الوقت افقيا لتزول ملامستها للسيال الذى فى الجحور فينقطع التيار الكهربائى من الجهاز كله والا لاحترقت الاسنان وذابت من الشرر الكهربائى الذى يبرز بينها وبين سطح سائل الكؤوس وينبغى قبل الانتصاب للعمل ان يتحقق ان كانت التيارات

بالكهربائية سارية فى الجارى سيرا جيدا ام لا ويعرف ذلك اما بزوغان الابرة
المغنطيسة المجعولة للقياس المجلوانى فى حال مرور الكهربائية واما بزوغان
موصل متحرك يعلق فى الكاسين ن ن فبمشاهدة زوغانه يعرف سير
الكهربائية وكيفية الانجذاب فى التيارات ان توضع الارجل الاربع من الآلة
المرسومة فى الشكل (١٧٨) فى جحور اللوح المخصوصة بهذه الآلة ثم يوضع
الموصل المتحرك المرسوم فى الشكل (١٨٣) فى كاسى ذ ذ فان كان التيار
المار فى لذ ن متجها كاتجاه التيار المار فى الجزء العلوى من المربع القائم الزوايا
المرسوم فى الشكل (١٧٨) حصل جذب ويوجد فى المسافات من ب الى
ن ومن ث الى ط ومن ج الى ج الواح صغيرة مطلية مثبتة بخيوط
تعزل السلوك النحاسية فلو غير وضع احدى الارجوحتين حصل تغير فى
اتجاه تيارات المربع القائم الزوايا او تيار الموصل المتحرك فيقع تنافر بين الموصل
والمربع المذكور وبالجملة فالموصل المرسوم فى الشكل (١٨٣) يشبه الموصل
المرسوم فى الشكل (١٧٦) فى ان الارض لا تؤثر فيه فلو اخذ بدل الموصل
المرسوم فى الشكل (١٨٣) الموصل المرسوم فى الشكل (١٨٤) الذى فى
اعلاه ساق من نحاس ليجعل ذلك الساق الموصل فى الموازنة وفى عرضه قضيب
من خشب مطلى بصمغ اللك ووضع فى الكاسين السفليين ش ش
المرسومين فى الشكل (١٨٢) وكان المربع القائم الزوايا فى محله ومر بعد ذلك
التيار من س الى ب ثم الى ى ثم الى ن لحصل الانجذاب من
حيث ان المسافة من ب الى ن موازية للخط العلوى للمربع المذكور
وفى اتجاهه فاذا غيرت احدى الارجوحتين عن محلها تغير اتجاه التيار
وحصل التنافر وفى هذه الاعمال يمكن ابدال المربع القائم الزوايا بالجهاز
المرسوم فى الشكل (١٨٥) الذى جميع الكافات التى فيه الواح من الخشب
وبقية الحروف سلوك من النحاس متصلة ببعضها تنتهى بطرفين ن ب
يصلان الى جحرين من اللوح ثم الى شريطين فاذا علق الموصل المرسوم
فى الشكل (١٨٦) فى الكاسين انجذب التيار السارى من د الى ب

فى الجهاز المذكور لكون الموصل المذكور لايتأثر من الارض ومثل
هذا يحصل فى السلك المتعرج ف ص اى فيسرى التيار على السلك
المتعرج كما يسرى على خط مستقيم واذا غير وضع الارجوحة حصل التنافر
وتظهر المساواة بين قوتى الجذب والتنافر بواسطة الموصل المرسوم فى الشكل
(١٨٦) لكونه مكونا من سلكين ملفوف عليهما حرير احدهما يوصل
التيار والثانى يجذبه فاذا صعد فى احدهما نزل فى الثانى فاذا علق الموصل
المذكور فى الكؤوس وعرض بنقطتى لـ ل لتيار عامودى من د الى
ب فى الشكل (١٨٥) او بجزئيه ل ط للتيار الافقى للجزء العلوى
من المربع القائم الزوايا حصل فى الحالين جذب وتنافر فى آن واحد فيبقى فى
السكون وذلك دليل على مساواة قوتى الجذب والتنافر فى ذلك كما فى الشكل
(١٨٦)

الفصل السادس فى ظواهر الكهربائية بالحرارة

هى ظواهر التيارات الكهربائية ويمكن انتشارها فى المعادن بتغيير درجة
الحرارة لاغير وقد اظهر ذلك المعلم سيبيك فى عام ستة سبع وثلاثين بعد المائتين
والالف من الهجرة بواسطة الجهاز المرسوم صورته فى الشكل (١٨٧) فان
حرف ا فيه اسطوانه من بزموت او انتيموت قد الحم فى طرفيها باللحام المعتاد
صفيحة منحنية من نحاس ل م لـ مغطاة فى م بحرير لتكون معزولة
عند مسكها من ذلك المحل باليد فهذا الجهاز لايؤثر فى الابرة المتمغطسة اذا
كانت حرارته فى الدرجة المعتادة فاذا سخنت احدى نقطتى اللحام د ط
بمصباح ونحوه او باليد سرت الحرارة فى جميع دائرة الجهاز وتحركت الابرة
مادام اللحام ساخنا فاذا كان التسخين فى اللحام السفلى ط سرت
الكهربائية من ط الى د ثم الى ل م لـ واذا كان فى اللحام
العلوى د حصل عكس ذلك فانتشار الكهربائية انما هو بواسطة تسخين
اللحام اذ من المعلوم ان مماثلة النتائج تستنتج من مماثلة الاسباب فلو تساوت

درجة الحرارة فى نقطتى الالتحام لكانت القوة الكهربائية المحركة متساوية فى ط د فلا ينتج انتشار السيال الكهربائى وهذا هو الذى يحصل فيما اذا سخن نقطتا الالتحام تسخينا متساويا فلذا يلزم ان تزيد حرارة احداهما عن الاخرى حتى تحصل النتيجة

الفصل السابع فى ظواهر الكهربائية الكيماويه

هى مبنية على الاتحاد الكيماوى فلو وضع سلكان او صفيحتان من معدنين كالخارصينى مع النحاس او الفضة او البلاتين فى اناء فيه بعض السوائل ويلك المضعف بالماء او بماء ملحى وتلامسا بطرفيهما الخارجين من الاناء مع تباعد طرفيهما اللذين فى داخل الاناء لحصل بينهما تفاعل كيماوى لا يحصل لو كان الموضوع فى الاناء احد هذه المعادن وحده وفى مثل هذا التفاعل يحصل ما يسمى بالشجرة الزحلية وهو ان توضع خلات الرصاص فى دورق من زجاج واسع العنق ويجعل فى سدادته صفيحة من الخارصينى واصلة للسيال بحيث تكون مغمورة فيه ويترك ذلك اياما فتصير فى داخل الدورق صورة شجرة اغصانها واوراقها من الرصاص وساقها من الخارصينى وكيفية تكون ذلك ان يتفاعل الخارصينى مع خلات الرصاص بواسطة السيال الذى فى الاناء يذهب اوكسيجين الرصاص الى الخارصينى الذى هو بمنزلة قطب موجب فيرجع الرصاص لحالته الاصلية ويتأكسد الخارصينى فيتكون من المعدنين المذكورين زوج من ازواج العمود الكهربائى يستمر التجاذب بين قرصيه بواسطة الحمض او الماء الملحى حتى تتكون الشجرة المذكورة فتكونها انما هو بالتفاعل الكيماوى ومثل هذا يحصل فى تكون الشجرة القمرية التى تحصل من سكب محلول من نيترات الفضة على الزئبق فترجع الفضة الى اصلها وتتراكم على هيئة اغصان واوراق وبهذا التفاعل يفسر تأكل صفائح النحاس التى للسفن من ماء البحر فيقال فى علة ذلك ان النحاس بملامسته لماء البحر يكون النحاس بمنزلة قطب موجب لعمود كهربائى يجذب اوكسيجين الماء

فيتأكسد به

ويستحيل الى الحالة الملحية بسبب تحليل الكاربونيات التي في الماء فتصير كاربونات الصودا فاذا غير ميل النحاس لجذب الاوكسيجين بتغطية جزء من سطحه بصفيحة من الخارصيني او الحديد او الحديد العبيط لم يتأكسد ولم يتغير بشئ بل يبقى صقيلا على حالته التي وضع عليها وهذا الذي يفعلونه في الاورباني السفن المصفح ظاهرها بالنحاس فانهم [illegible] فوقه النحاس بعض صفائح من الحديد او الحديد العتيق [illegible] التي نسبتها للنحاس كنسبة الواحد لمائتين وخمسين لانه قد ثبت بالتجربة ان ملامسة قدم من الحديد لمائتين وخمسين قدما من النحاس يحميها من التأكسد فان كبرت صفائح الحديد عن هذا القدر اكتسب النحاس كهربائية سالبة [illegible] البحر والاملاح التي فيه [illegible] بجواهر ارضية فيتعلق به قطع كبيرة مكونة من ودع صغير ونباتات بحرية وغير ذلك واعلم انه لابد من ان يكون بين الحديد والنحاس موصل جيد كما هو قاعدة الازواج الكهربائية ويكفي ان يكون ذلك الموصل هنا طبقة رقيقة من شحم او من قطن او نسالة تجعل بينهما وماء البحر يكفي لتندية هذا الموصل

الفصل الثامن في الاسماك الكهربائية

من الاسماك ما يسبب بمسه رعدة قوية وخدرا يسري في ذراع من يمسكه وهذا النوع من السمك يسمى بالرعاد [illegible] على الشواطئ القريبة من بلاد فرانسا وهو من الاسماك الكهربائية والمعروف منها سبعة انواع منها اربعة من الرعاد هي السيلور الكهربائي والتيترا ودون الكهربائي اي رباعي الاسنان والجينوت الكهربائي اي عديم الاذن وهو من ثعابين البحر والرعاد المعتاد والرجة من الرعاد المعتاد او الجينوت تكون قوية جدا سيما خارج الماء فاذا مس الرعاد المعتاد شخص خارج الماء بيده او باصبعه او بموصل معدني ولو طويلا بقدر اقدام ارتج فان كان بجسم غير موصل كقضيب من زجاج او من راتينج لم يتأثر فلو كان الشخص الماس ماسكا

لتضمين [illegible] يكون في الاخير اقل بالملليمترين
تشبه الخيشوم ويمر الاول الرعاد من ظهره والاخير من بطنه مار قبل ذيلها
وهذا النوع يصطاد الاسماك الصغيرة التي بقربه ويورثها حالة اغمائية وقفية
حسها والرجة التي تحصل منه لمن يمسه تكون بحسب ارادته هو فكثيرا ما يمس
بلطف ولا يتأثر من يمسه بخلاف ما اذا مس بعنف او بضرد غدغة في اجنحته
فانه يحصل للامس رجات متوالية ربما بلغت في الدقيقة الواحدة خمسين
والجمنوت السورينامي نسبة للجزيرة التي يوجد فيها اقوى كهربائية من
الرعاد المعتاد لانه قد جرب ان رجته لتسري من موصل الى اخر بينهما فضاء
قليل وتشاهد بينهما شرارة كهربائية ويصاد الجمنوت في الاميريكا بالخيل
والبغال الغير المروضة اي الغشيمة الغير متعلمة فترسل في المياه التي فيها روبة
كثيرة لكونه يختفي فيها فتضرب بارجلها في تلك الروبة فيخرج منها قاصدا
مقاتلتها ويطفو على وجه الماء وينزرق تحت بطونها فتضطرب من الرجات التي
تحصل لها من هذا السمك بسبب ما يستفرغ منه من الكهربائية فلا يمكنه
الهروب من الماء فارة منه فتردها رجال واقفة على شاطئ الماء فتمنعها
الخروج وهكذا حتى تضعف القوة الكهربائية من السمك من المقاتلة فيقرب
من الشاطئ فيأخذه الصيادون بخطاطيف مربوطة في حبال فاذا كانت تلك
الحبال مبلولة في جميع طولها ارتج ماسكها والسمك المذكور كالثعابين الكبار
في اللون غير ان صفرته اكثر وطول الواحد من خمسة اقدام الى ستة وغلظه من
ثلاثة قراريط الى اربعة وكثيرا ما تسقط الخيول والبغال من الخدر الذي يحصل
لها من الاستفراغات الكهربائية التي تصادفها واقصر شعورها خصوصا شعر
المعرفة منتصبة نافرة واعينها جاحظة من شدة الضجر ودرجة المياه التي
يعيش فيها هذا السمك خمس وعشرون او ست وعشرون فوق الصفر فان كانت
درجة الماء انزل من ذلك ضعفت قوته الكهربائية والعضو الكهربائي
في هذا السمك فقاعتان متماثلتان على جانبي الرأس بقرب الخيشوم هما
في الرعاد المعتاد من منسوج خلوي واسع الاخلية فيه منشوريات عديدة

تبلغ خمسمائة او ستمائة فى كل فا ... ما قد شوهد فى الواحدة مايقرب من الف ومائتين من المنشوريات ويوجد فى بنية هذا النسيج الخلوى صفائح كثيرة رقيقة جدا تارة تكون سطحية وتارة موجية موضوعة فى عرض المنشوريات متباعدة عن بعضها بطبقات مخاطية متينة جدا فهى كصفائح خلوانية صغيرة على خط يقرب من العمودية بالنسبة [illegible] هذا الجهاز اربعة اعصاب غليظة متوزعة فيه

الباب الخامس عشر فى الاوبتيك اى فن الابصار

هو فرع من الطبيعيات يبحث فيه عن الضوء وخواصه وهو ينقسم قسمين [illegible] الكاتوبتريك [illegible] الديوبتريك وهو ما يبحث فيه عن انكسارة لان الضوء اذا وقع على الاجسام المعتمة انعكس وان وقع على الاجسام الشفافة انكسر اذا علمت ذلك فلتعلم ان للضوء احكاما منها انه ينتشر من الاجسام المضيئة فى كل جهة فاذا وضع المصباح فى مركز كرة مجوفة ابصر من كل نقطة منها وتبصر شعلة مصباح من خلف شعلة اخرى وان كانت بجانبها ابصرت بالاكثر عما اذا كانت خلفها ومنها انه اذا سرى فى وسط ذى طبيعة واحدة كالماء والهواء كان سريانه على خط مستقيم والدليل على ذلك انه لو صففت ثلاثة اقراص من جسم معتم على مسطر وكانت تلك الاقراص مثقوبة من الوسط [illegible] رأيت شعلة المصباح من تلك الثقوب مع البعد عنها جدا ولا ترى لو لم تكن على خط مستقيم * ومنها انه ينعكس اذا وقع بانحراف على جسم معتم صقيل ثم يتجه اتجاها آخر ويسير على خط مستقيم ايضا * ومنها انه اذا كان الوسط مختلف الكثافة كان سيره دائما على خط مقوس ولذا كان لا يصل الينا من الشمس على خط مستقيم اصلا لكون طبقات الهواء مختلفة الكثافة وكذا ضوء بقية الكواكب ومن ذلك تعلم انه لا يمكننا ان نشاهد كوكبا فى حيزه الحقيقى وانما نشاهده قبل بزوغه من الافق وبعد غروبه فيه كما هو شأن سيره على الخط المقوس وعلى حسب كثافة

الوسط [illegible] الضوئية اعنى تقوس خط سير [illegible] موسوم
فى الشكل (٨٨ ا) يوضع ذلك فى اناء م د فيه قرص معدنى كالريال [illegible]
موضوع فى اناء بحيث انا اذا وقف المبصر فى محل ع لم يشاهد من القرص
الا حافته م من اعلى حافة الاناء ط فلو صب فى الوعاء ماء شيا فشيا لشاهد
ارتفاع القرص كلما ارتفع الماء حتى يشاهد القرص بتمامه مع انه قار فى محله
وما ذلك الا لكون اشعة القرص ارتفعت فى الماء من م د الى ن ه
على خط مستقيم ثم انكسرت وسارت فى الهواء على خط مستقيم ايضا ولا شك
ان المرتفع فى الماء والسائر فى الهواء هو اشعة جميع القرص فتصل الى عين
المبصر كذلك وهذه المسافة الصغيرة التى ارتفع بها الشعاع فى الماء حتى نظر
القرص بتمامه لا تقتضى اختلاف الوسطين فى الكثافة وهى قليلة وما قيل
فى طريق مشاهدة القرص يقال فى مشاهدة الكواكب فاذا فرضنا ان
المبصر للكواكب فى محل القرص م د والكوكب المبصر فى محل ع
فعلى قياس ما سبق يقال ان الجو المحيط بنا المفروض امتداده من م د
الى ن ه اكثف من الجو الذى فوقه الى حد الكوكب فهو بمنزلة الماء ينكسر
عنده ضوء الكوكب فيصل العين على خط مقوس فيرى الكوكب قبل بزوغه
من الافق ولو كان الوسط النافذ فيه ضوء الكوكب بحالة واحدة فى الكثافة لما
امكنت مشاهدة الكوكب الا من ه ن فعلم ان الانكسار فى الهواء مثل
الانكسار فى الماء موجب لتقوس خط الشعاع غير ان ذلك التقوس يكون
فى الهواء اكثر بسبب تعدد الانكسار فيه بعدد طبقات الماء فان الانكسار
فيه واحد * والشعاع الضوئى هو الاجزاء الضوئية المتجهة من الجسم المضئ
الى جهة ما والضغث الضوئى جملة اشعة تنبع من احد طرفيها على هيئة
الضغث وهو القنو * والحزمة الضوئية مجموع اضغاث ثم ان الاشعة ان اتت
من بعد عظيم كالاشعة الاتية الينا من الشمس تعتبر فى الاحساسات
متوازية واشعة الحزمة منفرجة ويعرض لها الانضمام بمرورها فى وسط يجمع
اشعتها الى نقطة واحدة تسمى البورة فاذا جاوزت الاشعة تلك البورة اخذت

فى الانفراج ثانيا واتجهت على خط مستقيم فى السير الجديد فتكون حزمة ثانية واعلم ان شدة الضوء تنقص على حسب مربعات المسافة فاذا انفذ الضوء من ثقب ضيق ووقع على جسم بعيد عن ذلك الثقب بمسافة ثم ابعد عنه بمسافة ضعف المسافة الاولى زادت سعة السطح المستنير عما كانت اربع مرات ونقصت قوة الضوء عما كانت مثلها وذلك لان الضوء لم تزد كميته بل انتشر فى مساحة قدر الاولى اربع مرات فضعفت قوته والاجسام الغير النيرة فى ذاتها على ثلاثة اقسام * الاول الاجسام المعتمة وهى التى لا ينفذ منها الضوء والقول بان عتامتها اتية من كثافة اجزآئها احسن من القول بانها من طبيعتها لانها اذا رقت جدا انفذ الضوء منها واذا الصقت ورقة مرققة من الذهب على جسم زجاجى شوهدت ضوء مائل للخضرة اذا نظر من خلفها للشمس او المصباح * الثانى الاجسام الشفافة وهى التى ينفذ منها الضوء ولا تحجب ما ورآءها فيرى ما خلفها اتم الرؤية وهذه ان غلظ حجمها جدا تلونت لانها تتشرب حينئذ جزأ من الضوء النافذ فيها فلذا تجد الماء القليل صافيا والماء الكثير ازرق او اخضر واذا وقف الانسان فى عمق بحر وكان البحر صافيا جدا وفوقه مائة وخمسون قدما من الماء شاهد ضوء الشمس كضوء القمر على الارض لا يزيد عنه بشئ * الثالث الاجسام النصف شفافة اعنى التى بين الشفافة والمعتمة وهى التى ينفذ فيها بعض الضوء ولا تشاهد من خلفها الوان المرئيات ولا اشكالها ولا ابعادها كالورق المدهون بالزيت والزجاج المخشن فالاجسام المعتمة اذا صادفها الضوء فى سيره على الخط المستقيم كما ذكرنا لا يستنير منها الا ما كان جهة الضوء والجهة المقابلة يوجد فيها ظل تلك الاجسام ويمتد بعيدا عنها الى مسافة ما وكلما اشتد الضوء زادت قتامة الظل والظل المذكور لا ينتهى من جميع الجوانب بحد قطعى تام بل يظهر فى جوانبه خيال ظلى يأخذ فى الضعف حتى ينتهى وهذا الخيال يسمى بالغبش

كلام كلى فى سرعة سير الضوء

قد عرف سرعة سير الضوء في آخر القرن الحادي عشر من الهجرة المعلم الفلكي رايمر الدانيماركي حين كان يتأمل في كسوف اول التوابع للمشتري وبيان ذلك على ما هو مرسوم في الشكل (١٨٩) الذي فيه حرف ى هو الشمس وحرف ت الارض وحروف ظ ب م س ط الدائرة التي يقطعها التابع الاول وحرف ك هو الظل الواقع خلف المشتري المستنير بجرمه الثاني من الشمس انا لو فرضنا ان الارض في نقطة ط من دائرتها سائرة الى ب م وتأملنا في عدد الانجلاءآت التي تقع لاول توابع المشتري بسبب خروجه عن الظل وسيره نحو هـ ج ج ص د وتحصل وقت ان تكون الارض في نقطة ظ من دائرتها لوجدنا ان بين كل انجلائين اثنتين واربعين ساعة وثمانيا وعشرين دقيقة وخمسا وثلاثين ثانية وترسم هكذا مب $\overset{ت\ ق}{كح}$ له واذا تأملنا في عدد الكسوفات التي تحصل له بدخوله في الظل سائرا به من نقطة د وجدنا ان بين كل كسوفين كما بين كل انجلائين مب $\overset{يت\ ق}{كح}$ له فاذا كانت الارض في نقطة ب كانت تلك الانجلاءآت متأخرة قليلا عما اذا كانت في نقطة ظ وكذا الكسوفات واذا كانت الارض في نقطة س او نقطة ط المتباعدتين كبعد ب عن ظ شوهد من نقطة ط ان الكسوفات تحصل ببعض تقدم عن نقطة س فعلم من ذلك ان تفاوت الزمن بالتقديم عين تفاوته بالتأخير الحاصل للانجلاءآت في ب فجزم رمير بان التفاوت بالتقديم والتأخير حاصل من الزمن اللازم لمرور الضوء من ظ الى ب ومن ط الى س على بعد واحد ومن تكرار التأمل مدة سنة كاملة امكنه تحقيق سرعة سير الضوء وباحصاء المسافة التي من ظ الى ب ومن س الى ط علم ان الضوء يقطع في كل ثانية سبعين الف فرسخ فيصل الينا الضوء من الشمس في مدة ثمان دقايق وثلاث عشرة ثانية لكون بعدها عنا بجوار اربعة وثلاثين مليونا من الفراسخ فلو بترت عنا دفعة واحدة او انمحقت بجاذب لبقيت مشاهدة لنا بعد انمحاقها مدة ثمان دقايق وثلاث عشرة ثانية ويقاس على ذلك بقية الكواكب الابعد منها وبعد الكواكب عن الارض لم يعرف

معرفة

معرفة جيدة وانما عرف ان منها ما بعده عنا بقدر بعد الشمس عنا بمائتي الف مرة فهذا لا يصل الينا ضوءه الا في الف ومائة وواحد واربعين يوما وهو ثلاث سنين وخمسة واربعون يوما لان السنة الحقيقية ثلاثمائة وخمسة وستون يوما وست ساعات وكم من نجوم ابعد من هذه بعدة ملايين فلا يصل ضوءها الينا الا بعد ثلاثين سنة او خمسين او مائة فعلى هذا يمكن ان نشاهد آلات كواكب انبثق ضوءها قبل ان نولد وعلى ذلك لو فرض ان السماء التي حول الارض اعني التي نشاهدها منها انمحقت لبقيت الاجسام الموجودة فيها مشاهدة لنا مدة سنين متعجبين منها مع انها مفقودة ولا سرعة تماثل سرعة سير الضوء فان جلة المدفع التي تقطع في اول ثانية من خروجها منه ثلاثة الاف قدم لو استمرت لها هذه السرعة سنة كاملة لما وصلت للسرعة التي يقطعها الضوء في ثانية واحدة

الكلام على القسم الاول اعني انعكاس الضوء

قد سبق ان الضوء اذا وقع على جسم صقيل معتم انعكس وان زاوية الانعكاس تساوي زاوية السقوط فلو دخلت حزمة ضوئية من ثقب صغير جدا في محل مظلم واستقبل على مرءاة معدنية صقيلة جدا ثم انعكس منها على جسم آخر لحدث من الحزمة في الجسم المذكور قرص كقرص الشمس وهذه الاشعة تسمى منعكسة مجتمعة وكلما زادت صقالة المرءاة زاد لمعان الضوء وهنالك اشعة منعكسة منفرجة اعني منتشرة في كل جهة ولولا ذلك لما شوهد سقوط الحزمة ولا نقطة انعكاسها الا في اتجاه الحزمة وهذه الاشعة بعكس تلك فكلما قلت صقالة المرءاة زادت نورانية الاشعة كما يشاهد فيما لو استقبل الضوء على مرءاة مصقولة جدا ذر عليها مسحوق ناعم من طباشير ونحوها ولنرجع الى تقرير الانعكاس ممثلين بما في الشكل (١٩٠) فنقول لو وقعت حزمة الضوء ل على مرءاة ام في نقطة و لانعكس ذلك الضوء الى ر ولو رسم خط ب و عموديا على سطح المرءاة لشوهد تكون زاويتين متماثلتين اتم المماثلة احداهما متكونة من الحزمة الساقطة التي هي ل مع و ب والثانية متكونة

من انعكاس هذه الحزمة الى ر وكذا يشاهد تكون الزاويتين الحاصلتين من خطى ل ر مع السطح المستوى للمرآة وقاعدة ناموس انعكاس الضوء مطردة فى جميع الاحوال سوآء فى الضوء الطبيعى او الصناعى وسوآء كان بانقاد او كهربائية او غيرهما وفى هذا القسم خمسة مباحث

المبحث الاول فى الصور المشاهدة فى المرايا المستوية

مشاهدة الصورة فى المرآة المستوية ليست على ان الصورة مقلوبة كما قيل بل على انها باقية على حقيقتها وانما المرآة يرى بها نظير تلك الصورة مع البعد المعتبر بينها وبين المرآة ويرى بها الوجه المقابل لها دون المقابل للناظر والشكل (١٩١) يوضح ذلك فان فيه الجسم ب منعكس للبصر ع لمرآة م ر فيبصر فى نقطة ر البعيدة عن ر ص كبعد ب عن ر س وزاوية انعكاس الشعاعين ت ث الذاهبة من نقطة ص تساوى زاوية السقوط من ب الى ص فكان الشعاعين ت ث يأتيان الى البصر من ظ لكون الجسم مفروضا كينونته فى ظ وعلى حسب نسبة وضع الشعاعين ت ث تتقابل الاشعة فشعاع ت يقابل شعاع س وشعاع ث يقابل شعاع ا فيظهر للعين ان الجسم ب منقلب فى نقطة ظ وهو خلاف الواقع لان كل شعاع ضوئى ينبعث من نقطة ما من الجسم يرينا هذه النقطة نفسها وبسبب ذلك تكون الصورة الحاصلة عين الجسم المشاهد لان كل نقطة من الجسم تبعث اشعتها الى المرآة التى تعكسها على التعاقب على حسب ما يأتى اليها اعنى ان اقرب اجزآء الجسم للمرآة يبعث اشعته اليها اولا فتعكسها اولا ثم ما فوقه فتعكسه ثانيا وهكذا فبسبب ذلك يرى الباصر كان الجسم منقلب واذا وضع جسم بين مرآتين مستويتى السطح تضاعفت صوره بلا نهاية والباصر يشاهد الصور مصطفة خلف بعضها وكلما بعدت صورة ضعف ادراكها وسبب مضاعفة الصور ان كلا من المرآتين يعكس ما انطبع فيه فى الاخرى فيزداد عدد الصور التى

فى الاخرى وهكذا الى ما لا نهاية فاذا اريد مشاهدة الصور الحاصلة من انعكاس كل مرءآة فليوضع بين المرءآتين جسم ذو لونين كالاحمر من جهة والازرق من اخرى فيشاهد فى احديهما جميع الصور حمراء زرقاء ويشاهد فى الثانية جميع الصور زرقاء حمراء على التوالى فاذا كانتا مائلتين تضاعف عدد الصور اكثر مما اذا كانتا منتصبتين على حسب درجات الميل وعلى هذا اسست صناعة السكاليدوسكوب اى مرءآة العجائب وهى آلة تنظر بها امور عجيبة اخترعها براووستير مكونة من اسطوانة مجوفة طولها من ثمانية قراريط الى عشرة يجعل فى طرفها مرءآتان مائلتان بحيث يتكون منهما زاوية ويربط فى طرفها علبة صغيرة قعرها وغطاؤها من زجاج غير ان قعرها غير صقيل ويوضع فى تلك العلبة قطع مختلفة من اجسام ملونة كالحرير الملون فيتكون من انعكاس تلك القطع فى المرءآتين رسوم مختلفة تتغير اشكالها اذا رجت العلبة وتشاهد هذه الرسوم من ثقب صغير فى وسط قطعة من المقوى تجعل فى الطرف الاخر من الاسطوانة لتسده وهذه الآلة تعمل لتحصيل رسوم غريبة تنقش صورتها فى ثياب الحرير والقصب ونحوها وعدد ما يحدث من الرسوم يكون على حسب درجات زاوية الميل بين المرءآتين فاذا كانت زاوية الميل بينهما بقدر خمس الدائرة كان المتحصل خمس صور واو بقدر سدسها كان المتحصل ست صور او جزء من عشرين منها كان المتحصل عشرين صورة وهكذا

المبحث الثانى فى انعكاس صور المرئيات فى المرايا الغير المستوية

المرايا الغير المستوية هى المحدبة والمقعرة فاذا قطع من كرة معدنية مجوفة قطعة وكانت صقيلة جدا من جوفها كانت تلك القطعة المرءآة المقعرة وان كانت صقيلة من ظاهرها كانت المرءآة المحدبة ولنتكلم على الانعكاس فى كل منهما على انفراده فنقول اما المرءآة المحدبة فالانعكاس فيها اذا سقط الضوء على نقطة منها كالانعكاس فى المستوية غير انه يفرض السطح مستويا لاجل حساب زاويتى السقوط والانعكاس بان يفرض على نقطة السقوط فى المحدب سطح

مستو مماس لتلك النقطة كما قرر سابقا فى انعكاس الضوء على الاسطحة المستوية فتطبق انعكاسه على غير المستوية غير انه يحتاج فى الحدبية لمعرفة مقابله خط الانعكاس لكل نقطة بفرض السطح مستويا كما مر واذا وضع مصباح فى وسط كرة مجوفة صقيلة انبعث منه على جميع نقط السطح المقعر اشعة ينعكس كل منها باستقامة الى ذلك الوسط ومنه الى الجدران ثم من الجدران الى الوسط وهكذا من غير نهاية فلذا تزيد منها شدة الضوء وتظهر كانها مضيئة اضاءة زائدة تتعب البصر وصورة النجم فى الماء الصافى لاتكون الا نقطة مضيئة فاذا تموج ولو قليلا كانت خطا مضيئا متعرجا اوسطحا مضيئا غير مستو فى حوافيه تشرف وماذاك الالعدم استواء سطح الماء وانعكاس الاشعة فيه الى كل جهة فتختلط وتتسع امام البصر

واما المرءآة المقعرة فالانعكاس فيها كالانعكاس فى الحدبية غير انه يلزم فى كون الانعكاس فيها جيدا ان لاتجاوز قاعدتها اوتيهاعشرين اوثلاثين درجة من درجات الدائرة المنقسمة الى ثلاثمائة وستين درجة وصورة المرءآة المقعرة مرسومة فى الشكل (١٩٢) ففتحة المرءآة فيه هى مسافة م ن التى هى قاعدة زاوية ملتقى شعاعى لك ن و لك م وقطرها هو المسافة من م الى ن ومحورها هو الخط المفروض من د الى لك المار من مركز المرءآة الى مركز الكرة ونقطة د تسمى مركز الشكل ونقطة لك تسمى مركز الميل ونقطة ط هى البورة اى مجمع الاشعة الممكن سقوطها على السطح المقعر للمرءآة كالاشعة المصورة بالخطوط المرسومة من و الى ى المجتمعة فى بورة ط وقدمر ان البورة لاتكون محدودة جيدا الا اذا كانت فتحة المرءآة عشرين درجة كالتى من لك الى م ن اوثلاثين كالتى من ش الى س فان كانت اكبر من ذلك بان امتدت الى جهة ث اوالى جهة ب على سير الخط المعلم بالنقط فى الشكل المذكور وسقط شعاعان احدهما فى ث والاخر فى ب لكان اجتماعهما وانعكاسهما فى نقطة هـ دون نقطة ط التى هى البورة الحقيقية وحينئذ فلا تشاهد الصورة الناتجة من اجتماعهما جيدا وكان هنالك

مايسمى بالخطاء الكروى فلو كان سقوط الاشعة على المرآة المقعرة منحرفا
عن محورها كانت بورة الانعكاس منحرفة عن المحور بقدر انحراف مسقط
الاشعة وفى الشكل (١٩٣) مايوضح ذلك فان بورة الاشعة الآتية من الجهة
العليا لـ تكون فى ب وبورة الاشعة الآتية من الجهة السفلى ل تكون
فى ص ولو عرض جسم مضيء كمصباح لمرآة مقعرة وكان آتيا من بعد ولو
عظيما شوهدت صورة ذلك الجسم قريبة من البورة الحقيقية منكسة كما يدل
عليه ماهو مرسوم فى الشكل المذكور اعنى (١٩٣) ويتحقق ذلك بهذه
التجربة وهى ان يجعل فى محل البورة قطعة صغيرة من الورق ثم يقرب المصباح
من المرآة فيرى ان المرآة قربت صورة المصباح من مركز الانحناء واتسعت
غير انها منكسة فاذا وصلت الى مركز الانحناء رؤيت صورته على حجمها
من غير زيادة لكنها منكسة فاذا قرب المصباح لجهة المرآة يرى كان
صورته تباعدت ومتى وصل الى البورة اتسعت وخرجت عن حدود المرآة
فلا يشاهد منها شيء فاذا قرب اكثر من ذلك رؤيت الصورة كانها خلف المرآة
مستقيمة كبيرة وكلما قرب المصباح من المرآة قربت صورته ايضا حتى يلامس
المصباح المرآة فترى على حجمها وتشاهد كانها على سطح المرآة وابعد نقطة
تشاهد فيها الصورة اذا جاوز المرءى البورة الرئيسة ذاهبا لجهة المرآة تسمى
البورة التقديرية وهى النقطة التى تجتمع فيها الاشعة اذا فرض انها نفذت
فى المرآة ولو سقطت اشعة شمسية على مرآة مقعرة فى خزانة مظلمة شوهدت
صورة صغيرة كصورة الشمس فى بورة ط فى الشكل (١٩٢) اذا كانت الاشعة
ساقطة باستقامة كاشعة وى فى الشكل المذكور وفى بورة ب اذا كانت
بانحراف كاشعة لـ الاتية من اعلى فى الشكل (١٩٣) ثم ان عظم
الصورة المشاهدة يكون على حسب اتساع قطر قاعدة المرآة فاذا كان قطر
قاعدتها ثمانين قدما كان قطر صورة الشمس المرسومة فى البورة ثلاثة قراريط
او كان قطر القاعدة ستة اقدام كان قطر الصورة فى البورة ثلاثة خطوط واذا
كان قطر المرآة ميترا واحدا كان قطر الصورة ثلاثة اجزاء من ميللى ميتر

ولاشك فى ان الصورة المذكورة ولو صغيرة يكون نورها شديدا جدا وكذا الحرارة
لان الضوء والحرارة يجتمعان فى محل الصورة وكثيرا ما احرقت حرارة الشمس
المجتمعة فى البورة الخشب واذابت المعادن وغيرها ويمكن استعمال المرآة
المقعرة بعدة مرايا مسطحة بان تصف على هيئة بها تجتمع الحزم الضوئية
المنعكسة من كل منها فى بورة واحدة وقد احرق المعلم بوفون بمائة وستين مرآة
جمعها على هذا الوجه الخشب من مسافة مائتى قدم واذاب الرصاص بل
والنحاس من مسافة خمسة واربعين قدما وقد احرق ارشميدس اساطيل
الرومانيين اى سفنهم الحربية فى محاصرة مدينة سيراقوزا كرسى جزيرة
صقاليا بما يماثل هذه المرآة

واعلم انه قد سبق ان المرايا المقعرة تجمع الاشعة الضوئية الساقطة على سطحها
بخلاف المرايا المحدبة فانها تفرقها بمعنى انها تنعكس من سطحها متفرقة
اجزاؤها ومتباعدة عن محور المرآة لا مجتمعة فيه كما فى المقعرة وحينئذ فلا تنشأ
عن المرايا المحدبة صور المرئيات لانها لا تكون الا فى البورة الحقيقية وهذه ليس
لها بورة حقيقية والشكل (١٩٤) يوضح ذلك فان الاشعة المنحصرة فيه بين
حرف و ى بسقوطها على المرآة المحدبة م ن تنعكس متفرقة
متجهة نحو خطوط ا ب ت ث ج ح على حسب خط المماسة
المستدل عليه باتجاه الخط القائم المار من مركز الانحناء ك الى نقطة سقوط
الاشعة فاذا قرب مرئى من سطح مرآة محدبة شوهدت صورته فى البورة
التقديرية س لكن باصغر من حجمه وكلما قرب من المرآة كبرت صورته
حتى اذا لامس المرآة كانت صورته مثل حجمه

المبحث الثالث فى تعيين بورة المرايا الغير المستوية

اذا اريد تعيين بورة مرآة مقعرة فليستقبل بتلك المرآة جسم نير كالشمس
ويجعل خلفه فرخ ورق او لوح من زجاج غير صقيل ويتباعد بذلك عن المرآة
حتى تظهر نقطة اقوى الضوء فتكون تلك النقطة هى البورة فاذا تبوعد

بالورق او الزجاج عن تلك النقطة بمثل ما بينها وبين المرآة تحصل نقطة الانحناء . واما المرآة المحدبة فتعيين بورتها يكون بالصاق ورق اسود على وجهها بعد ان يثقب فيه ثقبان مستديران بعدهما عن مركز المرآة واحد ثم يستقبل بها الشمس ويوضع خلفها ورق او زجاج ويتباعد به حتى يتلاقى ضوء الاشعة النافذة من الثقبين فنقطة التلاقى هى البورة

الكلام على القسم الثانى وهو الديوبتريك اى انكسار الضوء

متى مر الضوء من جسم شفاف ذى كثافة معينة الى جسم شفاف يخالفه فى الكثافة زاغ عن سيره الذى كان على خط مستقيم وهذا الزوغان هو المسمى بالانكسار والجو كالاجسام الشفافة موجب لانكسار الضوء فمتى مر الضوء فيه تغير اتجاهه كالومر من الهواء الى الماء او من الماء الى الزجاج ونحو ذلك ان كان مرور الضوء من وسط قليل الكثافة الى وسط اكثف منه كان سيره امن ان يكون على خط عمودى نازل عن نقطة سقوط الاشعة بخلاف ما اذا مر من كثير الكثافة الى قليلها فانه يبعد عن الخط العمودى والشكل (١٩٥) يوضح ذلك فان الشعاع فيه لـ اذا وصل الى الجسم الشفاف و ى المتوازى الاسطحة الذى هو اكثف من الهواء انكسر ذلك الشعاع فى نقطة الملامسة ا وسار نافذا فى الجسم متجها الى نقطة د وبخروجه منه ودخوله فى الهواء يتجه من د الى س ففى هذا السير الاخير يبعد عن الخط العمودى ص ف ويتبع خطا موازيا للخط ا لـ وفى السير الاول من ا الى د يقرب من الخط العمودى فبهذا الانكسار وصل شعاع لـ الى س ولولاه لوصل الى ظ وزاوية السقوط حينئذ هى الزاوية المتكونة من الشعاع الساقط لـ ومن الخط العامودى ص وزاوية الانكسار هى المتكونة من الشعاع المنكسر ا ذ ومن تطويل الخط العمودى ا ف والسطحان المحدودان بالزاويتين يسمى اولهما بسطح السقوط والثانى بسطح الانكسار وكل منهما يكون عاموديا بالنسبة للسطح المشترك اى الفاصل بين الوسطين ونسبة جيب زاوية الانكسار لجيب

زاوية السقوط دائما تكون واحدة فى وسط لم تتغير كثافته فاذا انفذ الضوء من الهواء الماء كانت نسبة جيب الانكسار بجيب السقوط كنسبة الثلاثة للاربعة واذا انفذ من الهواء الى الزجاج كانت النسبة بينهما كنسبة اثنين الى ثلاثة وان كان من الزجاج الى الماء كانت كنسبة ثمانية الى تسعة وجيب القوس من دائرة هو الخط العمودى النازل من احد طرفى القوس على الخط الشعاعى الاتى من مركز الدائرة لطرفه الاخر كما هو مرسوم فى الشكل (١٩٦) فخط ن ت فيه هو جيب ن ط والخط الشعاعى هو س ط والخط العمودى المذكور لا تنكسر منه الاشعة لانه لا تتكون منه زاوية سقوط ولا زاوية انكسار وقد دلت التجربة ايضا على انه لا يكسرها ومن نواميس انكسار الاشعة الضوئية يعلم سبب كون جسم م د فى الشكل (١٨٨) المغمور فى الماء يرى من نقطة ع وسبب ذلك هو ان الاشعة تنكسر بخروجها من الماء وتاخذ اتجاها غير الاتجاه العمودى الذى سارت به فى الماء ولولا ذلك لما امكنت رؤية جسم م د الا من نقطة هـ ن

وفى هذا القسم احد عشر مبحثا

المبحث الاول فى المنشور

المنشور فى علم الضوء جسم شفاف ذو سطحين صقيلين مستويين ساقط احدهما على الاخر بحيث تتكون منهما زاوية وملتقى السطحين سواء كانا متلامسين او مفروضين تلامسهما بتطويلهما تطويلا كافيا الامس هو خط المنشور وقاعدته هو الوجه المقابل للقمة سواء كان موجودا ام لا كان اسفل السطحين الملتقيين جسم ثالث وان لم يكن شفافا كالذى من الورق والمقوى او لم يكن موجودا والزاوية المتكونة من ملتقى سطحى المنشور تسمى الزاوية المكسرة والذى يختص به المنشور من بين الات انكسار الضوء امران الاول انه يزيغ المرئى عن وضعه الحقيقى ويلون اطرافه بالوان قوس قزح فاذا امسك المنشور الاعتيادى وجعل افقيا بان تكون قمته من اعلى وقرب

منه البصر ظهرت منه المرئيات زائغة من جهة قمته زوغانا عموديا على اضلاعه وتلونت حوافيها بالوان قوس قزح وتلك الالوان دائما تكون موازية للاضلاع الثانى انه اذا ادخل ضوء فى خزانة مظلمة وسقط على سطح منشور وكان المنشور افقيا وقمته من اعلى ذهب الضوء جهة قاعدته وفى الشكل (١٩٧) ما يبين ذلك فان الضوء فيه ش بمروره فى منشور ب يذهب نحو ص بدل ان يتبع سيره الاول فى اتجاه ش ط وصورة الشمس بدل ان تكون بيضا مستديرة كما كانت فى ط قبل حيلولة المنشور تكون مستطيلة فى ص عمودية على اضلاعه متلونة بالوان قوس قزح وهذا هو المسمى بالطيف الشمسى فان كانت قمة المنشور من اسفل كان زوغان الاشعة من اعلى وان كان المنشور عموديا او منحرفا كان الزوغان جانبيا او منحرفا لكنه بالنظر لاضلاع المنشور هو دائما عمودى وسير الاشعة فى المنشور دائما على حسب ما بيناه الشكل (١٩٥) من ان الضوء اذا اتى من جسم قليل الكثافة كالهواء ودخل فى اكثف منه كالزجاج كان سيره فيه على خط يقرب من العامودى فاذا خرج منه بعد عن الخط العامودى ونزل الى خط موازلنقطة سقوط الاشعة والشكل (١٩٨) يوضح ذلك فان شعاع ش فيه الساقط على وجه ب ص للمنشور من حيث انه ات من الهواء الذى هو قليل الكثافة داخل فى الزجاج الذى هو اكثف منه يقرب من الخط العمودى ع ت المطول عن نقطة الدخول وبخروجه من الزجاج الى الهواء يبعد عن خط م المطول عن نقطة الخروج نازلا عنها الى موازاة نقطة السقوط واصلا الى نقطة ط ثم ان الاشعة الساقطة على سطح المنشور لا يمكنها ان تخرج من سطحه الثانى الا اذا كانت فتحة زاوية السقوط المسماة بزاوية الحد كافية لذلك وهذا يختلف باختلاف الاجسام فلذلك سميت بزاوية الحد وهى فى الزجاج اربعون درجة وثلاثون دقيقة وفى الماس ثلاث وعشرون درجة وثلاث وخمسون دقيقة وفى الياقوت الازرق اربع وثلاثون درجة وست وعشرون دقيقة والاحمر اربع وثلاثون درجة وثنتا عشرة دقيقة

والاصفر ... سبع وعشر ذلك دقيقة وفى الذهب ثلاث واربعون درجة واحدى وعشرون دقيقة وفى الماء السائل ثمان واربعون درجة وثمان وعشرون دقيقة وفى الجليد تسع واربعون درجة وست واربعون دقيقة

المبحث الثانى فى تعيين القوة المكسرة

تعيين قوة التكسير فى الجسم الشفاف ان كان جامدا ان يصنع منه منشورى وينفذ فيه ضوء من جملة زوايا ثم تقاس منه جيوب السقوط وجيوب الانكسار وما به التفاوت هو مقدار القوة المكسرة وفى جميع الاجسام دائما جيوب السقوط مساوية لجيوب الانكسار وان كان سائلا ان يملأ منه منشور من زجاج ومثل الاجسام السائلة الغازات لكن يلزم فى الغازات ان تكون زاوية المنشور منفرجة جدا لكثرة فيها الغاز وان لا يكون فى ... بخار ماء اصلا لاجل اتقان وزنه ولابد فى التجربيات من حسبان درجة الجو ودرجة حرارة الغاز وبالجملة فالقوة المكسرة فى الجواهر القابلة للاحتراق اعظم منها فى غيرها من بقية الجواهر الشفافة

المبحث الثالث فى العدسات

هى قطع زجاجية لها بحسب اشكال اسطحتها خاصة متفاوتة بالزيادة والنقصان فى جمع الاشعة الضوئية النافذة فيها وتنقسم العدسات باعتبار كون اسطحتها محدبة او مستوية او كروية او مستديرة الى ست الاولى المحدبة الوجهين المرسوم صورتها فى الشكل (١٩٩) وهى عدسة محدبة كروية من الوجهين سواء كان نصف القطر فيها مستويا اولا الثانية المسطحة من وجه المحدبة من وجه المرسوم صورتها فى الشكل (٢٠٠) الثالثة الهلالية اللامة وهى المتقعرة المحدبة الرقيقة الحوافى المرسوم صورتها فى الشكل (٢٠١) وسطحاها كروان احدهما متقعر س والثانى محدب د وشعاع الوجه الاول ن ج اكبر من شعاع الوجه الثانى ت ح الرابعة

المقعرة

المقعرة الوجهين المرسوم صورتها فى الشكل (٢٠٢) وشعاع وجهيها المقعرين قد يكون مستويا وقد لا يكون كذلك الخامسة السطحية المقعرة المرسوم صورتها فى الشكل (٢٠٣) وهى التى احد سطحيها مقعر والثانى كروى السادسة الهلالية المفرقة المرسوم صورتها فى الشكل (٢٠٤) ووجهاها كرويان احدهما مقعر والثانى محدب وشعاع احدهما اصغر من شعاع الثانى ثم ان هذه العدسات الست تنقسم الى لامة ومفرقة فاللامة هى الغليظة الوسط الرقيقة الحوافى وهى الثلاث الاول وسميت لامة لانها تجمع الاشعة على حسب غلظ وسطها قلة وكثرة الى النقطة المسماة بالبورة والمفرقة بعكسها وهى الثلاث الاخيرة فهى رقيقة الوسط غليظة الحوافى وسميت مفرقة لكونها تفرق الاشعة المارة فيها وتبعدها عن محورها على حسب رقة وسطها وغلظ حوافيها قلة وكثرة ومحور العدسة هو الخط الضام لمركزا تحدار الوجهين ب والمقعر والعدسة التى لم تكن الا مقعرة فقط او محدبة فقط يكون محورها خطا عموديا مارا على السطح فعلى هذا تنقسم العدسات الى نوعين ما يعتبر بمنزلة منشورين متلاقيين بقاعدتهما وما يعتبر بمنزلة منشورين متلاقيين بقمتهما والمحور فى النوعين يكون فى ملتقاهما وعلى حسب ما ذكرناه فى كيفية سير الضوء فى المنشور فى نقطة المغيب ونقطة البزوغ اعنى نقطتى الدخول والخروج يشاهد انضمام الاشعة الضوئية فى النوع الاول اعنى العدسات المحدبة الوجهين فتجتمع فى بورة ف او فى بورة ق المرسومتين فى الشكل (٢٠٥) على حسب الاتجاه الذى تسقط به على العدسة فنقطة ف تسمى البورة الاولية ونقطة ق تسمى البورة الثانوية والمسافة البورية هى التى بين محور العدسة ومحل اجتماع الاشعة والمركز البصرى هو النقطة المحورية للعدسة اعنى اسمك نقطة فيها والاحسن ان يقال انه نقطة حفظ اتجاه الاشعة من مغيبها الى بزوغها والبورة دائما تكون فى اتجاه خط المركز البصرى بمعنى انه اذا تتبع سير الاشعة وجد محل البورة فى اتجاه ذلك الخط ومن حيث ان الاشعة الآتية من بعد عظيم كاشعة الشمس تعتبر دائما متوازية

رسمنا اشعة ط متوازية وكذا اشعة لذ واما النوع الثانى فيشاهد فيه
تفرق الاشعة على ماهو مرسوم فى الشكل (٢٠٦) فان اشعة لذ غيه
تذهب متفرقة الى ل ل فاذا امتدت تلك الاشعة المتفرقة ل ل
فى نقطة د كان محل انضمامها البورة التقديرية لهذه العدسات وقد يحتاج
لتغطية حوافى العدسات بحلقة معتمة تسمى بالحجاب الحاجز كما هو مشاهد
فى بعض الالات الاوبتيكية اى البصرية لتشاهد المرئيات بها باوضح مما تكون
عليه بدونها اذ بذلك لا تبقى الا الاشعة الواقعة قرب المحور المانع انكسارها
وتمتنع رؤية الاشعة الملونة لحوافى العدسات والجزء الخالى من العدسة عن
هذا الحجاب يسمى بفتحة العدسة

المبحث الرابع فى طريق تعيين البورات فى العدسات

اذا اريد معرفة البورة الحقيقية فى العدسات اللامة فليستقبل باحد وجهيها
الشمس ويستقبل بالوجه الاخر سطح من ورق او مقوى او غيرهما ويتباعد
بذلك السطح عنها شيأ فشيأ حتى تظهر نقطة شدة الضوء فهى البورة الحقيقية
واذا اريد معرفة البورة التقديرية فى العدسات المفرقة فليلصق على احد
وجهيها ورقة رقيقة من قصدير فيها ثقبان صغيران بعدهما عن محور العدسة
سواء ثم تستقبل الشمس بالوجه الاخر ويجعل الورق او المقوى تحت الوجه
المغطى بورقة القصدير ويباعد بها عنه شيأ فشيأ حتى ترى نقطة اجتماع
الاضواء للوجه الساقط عليه الاشعة فتلك النقطة هى البورة التقديرية
وتكون فى نصف المسافة من مركز الاضواء ومن حيث ان العدسات المقعرة
تفرق الاشعة وتقلل انضمامها كانت مصغرة للمرئيات فترى بها صغيرة عن
ماهى عليه

المبحث الخامس فى معرفة كيفية الاحراق من العدسات اللامة

من المعلوم ان العدسات اللامة تقبل الاشعة الشمسية عامودية على محورها
وتضمها والحرارة فى الشمس تابعة للضوء فتكون فى بورة تلك العدسات قوة

على احراق الخشب والبارود وغيرهما من الاجسام القابلة للاحتراق بل اذا كانت تلك القوة شديدة اذابت الرصاص والقصدير ونحوهما وهذه العدسات تسمى بالزجاجات المحرقة او المشعلة واذا كان قطرها واسعا جدا كان يكون ثلاثة اقدام لم تصل الاشعة الساقطة على الحوافى الى البورة قط .

المبحث السادس فى العدسة الدرجية

هى عدسة احد سطحيها مسطح والاخر محدب يركب حولها ثلاث دوائر من زجاج كذلك كل منها يحيط بما فوقه وبينه وبين الاخر فراغ وتجعل مع الدوائر على وجه به تكون على حد المنشور وشرطه بحيث يتمكن الضوء فيها من النفوذ فى الوجوه المحدبة دون الوجوه المسطحة على ما هو مرسوم فى الشكل (٢٠٧) لم المحدب د من العدسة وجزء لـ من الدوائر مسا الجزء ل فترى فى احد الجانبين من لـ كما ترى فى الجانب الاخر من ل ومعنى كونها مركبة على حد المنشور انها مصنوعة على كيفية بها يتمكن الضوء من نفوذه فى الوجوه المحدبة ب ت ث بدون ان يقع على الوجوه المسطحة ط ط ط التى ازيلت صقالتها بل كله يتوجه الى البورة العدسية د وبهذا التركيب يجتمع فى البورة منها ضوء شديد وحرارة عظيمة فالتى يكون قطرها من عشرين قيراطا الى اربعة وعشرين ومسافتها البورية من اثنى عشر قيراطا الى خمسة عشر ترسم فى البورة منها صورة شمس لامعة وحرارة محرقة تحرق الخارصينى والقصدير والنحاس بسرعة وتذيب اوراق الذهب بل البلاتين والعدسات الدرجية مستعملة فى الاوربا فى عصرنا هذا التنظيم ضوء سراج الابراج التى تهتدى اليها السفن فى البحر ليلا فانه اذا وضع امام هذه العدسة سراج باربعة مصابيح اجتمعت شعلتها فى البورة وشوهد ضوءها فى البحر على مسافة عشرة فراسخ او اثنى عشر

المبحث السابع فى صور الضوء التى ترسمها العدسات

فى الشكل (٢٠٨) مايدل على ذلك فان شعاع جسم ك فيه المتجه نحو العدسة المحدبة الوجهين م ن ينكسر فيها ثم تتم فى بورة ف ويسير على خط مستقيم حتى يصل الى س ط فيرتسم منه هنالك مخروطى مقلوب قاعدته جهة س ط ورأسه نحو الصورة عكس ما كان فى ك فان قاعدة المخروطى فيها جهة س ش ورأسه فى العدسة وشعاع ش يذهب الى ن وينكسر فيها ويتجه الى اسفل حتى يصل الى س وشعاع س يذهب الى م وينكسر فيها ويتجه الى اعلى حتى يصل الى ط وما بين ش س من مركز ك وما قاربه ينفذ فى صورة العدسة ويذهب الى ى فعلم من ذلك ان الشعاع يأتى للعدسة بثلاث مخروطيات وينتهى منها الى الابصار فيها بثلاث مخروطيات بعكس الاولى فى الوضع واذا وضع الجسم فى الصورة الحقيقية لم يشاهد ويقال انه حينئذ فى مسافة لانهاية لها واذا وضع بين العدسة وبورتها شوهد على وضعه غير منقلب واذا بعد عن البورة شوهد منقلبا فان كان بعده عنها بضعف مسافة البورة شوهد بوضعه وحجمه الحقيقيين وهذا كله يشاهد تام المشاهدة اذا نظر فى الكتابة او الاجسام الدقيقة بالعدسات هذا فى العدسات اللامة اعنى المحدبة واما العدسات المفرقة فترى بها صورة المرئى من جهته بدون انقلاب لكن باصغر مما هى عليه وابعد منه فتظهر كانها بعيدة قليلا ومن حيث انها مفرقة تصير المرئيات ناقصة الاستنارة ومن الوقوف على نوعى العدسات و[illegible] نسبتها للمرئيات تعلم واسطة اصلاح النظر الطويل المسمى بالفرنساوية بريزبيت واصلاح النظر القصير المسمى بالميوب والاول هو الذى يبصر المرئيات البعيدة عنه اكثر من القريبة منه وسبب ذلك ان الاجزاء التى فى عدسة العين او غيرها من بعض اجزاء المقلة لا يكون تحدبها كافيا [illegible] تجتمع به الاشعة الضوئية المنعكسة من المرئيات التى فى حد البورة بعيدا عن الشبكية فيحتاج حينئذ الى تبعيد المرئى جدا عن حد البورة واصلاح هذا يكون بزيادة تحدب المقلة بواسطة استعمال عدسات من زجاج محدبة

بدرجة من درجات التحدب تناسب تلك المقلة واما الثانى وهو القصير النظر فهو الذى يبصر المرئيات القريبة له اكثر من البعيدة عنه وسبب ذلك زيادة تحدب البلورية اوغيرها من بقية اجزاء المقلة عن القدر اللازم فتجتمع الاشعة قبل وصولها الى الشبكية فيحتاج الناظر حينئذ الى تقريب المرئى واصلاح هذا البصر يكون باستعمال عدستين مفرقتين من نمرة تناسب تحدب المقلة

المبحث الثامن فى انحلال الضوء

ضوء الشمس الذى هو ابيض فى حد ذاته مركب من اشعة مختلفة الالوان كما نبهنا عليه فى ذكر المنشور فى الشكل (١٨٧) فاذا سقط ضوء على وجه المنشور فى خزانة مظلمة انكسرت اشعته فى قاعدة المنشور وانحلت الى اشعة الوان زاهية اذا استقبلت تلك الاشعة بعد انكسارها فيه على سطح من ورق ارتسمت فيه تلك الالوان على هيئة مناطق متوازية مرتبة على هذا الترتيب فاول ما يرسم الاحمر فالبرتقانى فالاصفر فالاخضر فالكحلى فالنيلى فالبنفسجى فلو انقلب المنشور كانت الالوان على عكس الترتيب فيكون اولها اى اعلاها البنفسجى واسفلها الاحمر ويسمى ذلك بالطيف الشمسى وبالطيف المتلون وقد رجزت ذلك فى بيتين فقلت

الوان طيف الشمس سبع احمر * فبرتقانى اصفر فاخضر
كحلى فنيلى بعده البنفسجى * وفى انقلاب الطيف عكس ذا يجى

والالوان تسمى بالوان المنشور وبالوان قوس قزح وبالالوان البسيطة وهذه الالوان ليس اتصالها ببعضها على وجه المجاورة حتى تتميز كل منها عن الآخر بل حوافيها مختلطة ببعضها بحيث لو نظرت من قرب لشوهد فيها الاختلاف اليسير ومن حيث ان الشعاع الاحمر يكون اعلاقة المنشور فيكون اقل قبولا للانكسار من بقية الالوان وسبب ذلك ان زاوية بزوغه اكبر من زوايا بزوغ بقية الالوان سيما البنفسجى والدليل على ان الوان المنشور بسيطة عدم استخراج

الوان اخر منها كما هو شأن البسيط وبذلك تختلف الوان الاجسام التى تنشأ
عنها الوان اخر تخالف لونها الاصلى بمجرد النظر فيها فلو نفذ احد الالوان
الاصلية كالبنفسجى فى ثقب حجاب حاجز وحصر فيه ليكون منفردا ثم سلط
على منشور او عدسة او غيرهما من الاجسام المكسرة لم يشاهد منه الا اللون
البنفسجى ولو كان الحجاب شفافا احمر او اصفر او اسمر ولا يكتسب من لونه
شيأ فتكون جميع الاجسام بنفسجية بواسطة بنفسجية الطيف وحمراء
بواسطة حمرته وهكذا والمسافات المشغولة بالوان الطيف مختلفة فاذا فرضنا
ان طول الطيف المعتاد ثلاثمائة وستون جزءا كان الاحمر شاغلا منها خمسة
واربعين والبرتقالى لسبعة وعشرين والاصفر لثمانية واربعين والاخضر لستين
والكحلى كذلك والنيلى لاربعين والبنفسجى لثمانين وقد نظمت ذلك
فقلت

بنفسجى الطيف ثاء يشغل * والميم للنيلى وسين تجعل
لاخضر كحلى وطح للاصفر * والبرتقالى كز ومه للاحمر

وانما قلنا الطول المعتاد لان هذه المسافات تختلف باختلاف جوهر المنشور
وباختلاف تركيب الزجاجيات التى تنكسر بها الاشعة

المبحث التاسع فى عود تركيب الضوء

يعود تركيب الضوء الابيض اذا حلل فى منشور ثم ترك بنفوذه فى منشور آخر
مماثل للاول فى جوهره وزاويته ومعاكس له فى الوضع والحزمة الضوئية
المتلونة بين المنشورين المرسومين فى الشكل (٢٠٩) توضح ذلك فانها تخرج
بيضاء من المنشور الثانى وتجمع فى ط اتجاهها مناسبا لاتجاهها الاول ن
وترسم فى نقطة ص المستقبلة هى فيها على ستار نحو او ورق صورة شمس
بيضاء فلو لم يكن المنشور الثانى موجودا لذهب الطيف الى م فان كان
المنشور الثانى غير مماثل للاول بان كان ذا سطح عريض كالمرآة المقعرة الاتية
فى الشكل بعد لزم وضعه بعيدا عن محل المماثل الى حد يتلقى فيه الطيف كله

فعلم

فعلم ان المدار فى تركب الضوء وانحلاله انما هو على اختلاف قوة انكسار
الاشعة كما يعلم مما يأتى فى الشكل الاتى لا على مماثلة المنشورات واعتدال اتجاه
الالوان كما فى الشكل السابق فلو تلقى الطيف فى نقطة اجتماع الالوان على
مرءآة كبيرة مقعرة م ص كما فى الشكل (٢١٠) لانعكست فيها جميع
الالوان واجتمعت الى بورة فى نقطة و فاذا استقبلت صورة الشمس حينئذ
من هنا على حجاب اوزجاج ازيلت صقالته كان بياضها مدهشا وعاد تركب
الضوء واذا لم تستقبل الحزمة الضوئية المنعكسة فى بورة و التى
هى مجمع الاشعة الكامل بل استقبلت قريبا من المرءآة او بعيدا عنها كان عود
تركب الضوء غير كامل لانه ان كان استقبالها بقرب المرءآة ظهرت الوان
الطيف المنتهية فيما بين و ن منتظمة وان كان بعيدا عنها فى نقطة ط
مثلا ظهرت كذلك لكن بعكس الانتظام الاول فيكون الاحمر من الاسفل
بسبب تصالب الاشعة فى بورة و ولو وضع فى محل و مرءاة معدنية مصقولة
جيدا ت ث لرأينا الضوء الساقط عليها المنعكس من مرءآة ص م
تام البياض ورأينا زيادة على ذلك ان هذه المرءاة المعدنية عكست طيفا
جديدا فى لـ وذلك يدل على ان الاشعة التى انضمت فى البورة و حفظت
شخصها فلم يقع فيه تغيير وان الضوء الابيض المعتاد مركب فى الطيف من
سبعة الوان اصلية فلو استقبل الطيف على عدسة بدل المرءآة المقعرة م
ص لرؤيت الصورة الشمسية البيضا من خلف العدسة فى محل البورة ويرى
فيما هو ابعد منها الوان الطيف لكنها منقلبة وصورة الشمس البيضا التى ترى فى
محل البورة تكون حوافيها متلونة والسبب فى ذلك اختلاف قوة الانكسار
فى الاشعة فلم يمكنها ان تنضم انضماما تاما فى البورة اى فى بعد واحد عن العدسة
بل تشتت فى دائرتها وقد صنعوا لبيان كيفية عود تركب الضوء قرصا من
مقوى او خشب مرسوم صورته فى الشكل (٢١١) قطر ذلك القرص نحو
قدم وهو مثقوب من وسطه ليسهل دورانه على قطب فدائرته فى هذا الشكل
و و و ومحل القطب د وهما متلونان بالاسود وخطوط ص تدل

على مخروطيات صغيرة مستطيلة من ورق يلون كل مخروطي منها بلون من الوان الطيف وتلصق على محل تلك الخطوط على حسب ترتيب الوانه فتتكرر الالوان السبعة عدة مرات ولابد ان يكون عدد الالوان السبعة كاملا فى كل مرة فاذا جهز القرص على هذه الصورة وادير بسرعة اختلطت الالوان وظهر سطح القرص كانه ابيض فان لم يختلط من الوان الطيف الا بعضها حصلت الوان لها بعض شبه بالالوان البسيطة فانه اذا اختلط الاصفر بالاحمر تولد البرتقانى اوبالكحلى تولد البنفسجى وان اختلط الاخضر بالاصفر تولد الازرق وهكذا وبهذا الاختلاط تحصل جملة الوان مختلفة وبذلك يستخرج الرسامون كثيرا من الالوان الغريبة

المبحث العاشر فى الاكروماتيزم

الاكروماتيزم كلمة يونانية مركبة من ا التى هى حرف نفى وكروما التى هى اللون فمعناها لالون والمراد منها محو الوان الضوء التى تبصر فى المرئيات خلف المنشورات او العدسات فالمنشور الاكروماتى هو الذى يزيغ الضوء ولا تظهر خلفه الالوان وكذا العدسات الاكروماتية فهى التى تظهر فى بودتها المرئيات من غير الوان وقد مكث الناس مدة يزعمون انه لا يمكن ازالة تلك الالوان من الضوء واول من وضع الزجاجات الاكروماتية على الميكروسكوب اى النظارة المعظمة المعلم سالميغ من نحو قرن فاواخذ منشوران مختلفان فى الجوهرية والزاوية ووضعت رأس احدهما القاعدة الثانى ثم اسقط عليهما شعاع ضوئى تكونت صورة الطيف بعيدة عنهما مختلطة الالوان لان الضوء يتحلل بخروجه من المنشور الاول ويعود تركب بعضه بمروره فى المنشور الثانى فلو كان المنشوران مختلفى الجوهرية او الزاوية المكسرة بمعنى ان القوة المفرقة تكون فى احدهما اقوى منها فى الثانى انفرقت الاشعة من المنشور الاول واجتمعت فى الثانى فيحصل هنا منشور اكروماتى والمنشور الاكروماتى انيط بمربع من الخاص منشورات ذات زوايا مكسرة

مختلفة الجوهر ويهيأ ذلك على وجه به يمكن تقريب المنشورين او الثلاث وتبعيدها عن بعضها بواسطة رزات فى المربع وكيفية تصيير العدسات اكروماتية ان تركب زجاجة من بللور الحجر وهو بللور يوجد فى الصخر مبلوز خلقة مقعرة احد الوجهين على زجاجة محدبة الوجهين من الزجاج الصناعى ويلزم ان تكونا مطبقتين على بعضهما بغاية الاتقان بان يكون تحدب الثانية على قدر تقعر الاولى لينطبق عليه باحكام ويلزم لذلك ان يكون تحدب الوجه المقابل للمقعر من الاولى اكبر من تحدب وجه الثانية وبذلك يصير انكسار ضوء الاشعة الملونة فى وقت الاستعمال واصلا الى البورة المشتركة بين الزجاجتين حتى لا تشاهد الاشعة المتلونة اصلا

المبحث الحادى عشر فى كيفية الابصار

من المعلوم ان آلة الابصار اغرب البنية الانسانية تركيبا وابدعها ترتيبا فلذا نتكلم عليها هنا بالاختصار فنقول عين الانسان كاكثر الحيوانات عضو كروى مركب من جواهر مختلفة القوام كلها مكسرة للضوء لا على استوآء اول طبقات عين الادمى غشاء ابيض ثخين متين سلس يسمى بالصلبة وبالقرنية العتمة يرتبط به عضلات لتحريك المقلة وتغيير شكل اوضاعها ثم القرنية الشفافة وهى الدائرة المتلونة بما خلفها التى تقع عليها الاشعة الضوئية وتنفذ فيها الى باطن العين ومن خلف القرنية الشفافة القزحية وهى غشاء متلون مرتبط بالقرب من حوافى القرنية الشفافة وفى وسطه ثقب يسمى بالحدقة ومن خلف الحدقة البللورية وهى مادة محدبة الوجهين كالعدسة بللورية المنظر محفوظة فى غشاء شفاف مخصوص بها موضوعة فى مقدم الجسم الزجاجى ومن خلف البللورية الجسم الزجاجى وهو مكون من جملة خلايا شفافة الجدران ممتلئة برطوبة تشبه مذاب الزجاج فلذا سمى بالزجاجى وامام القزحية وخلفها مسافتان صغيرتان تسميان بخزانتى المقلة احداهما مقدمة والاخرى خلفية مملوءتان بسيال شاف سارفيهما يسمى بالرطوبة المائية والسطح الباطن من الصلبة مغشى

بغشاء رقيق يسمى المشيمية مستور بمادة سوداء تكون المقلة بمنزلة خزانة مظلمة ويلتصق بالمشيمية من الباطن الطبقة الشبكية وهى غشاء رقيق متكون من انفراش العصب البصرى الآتى الباطن المقلة من الجزء السفلى من الجزء المقدم الخلفى للمقلة وجملة المقلة معتبرة كعدسة اكروماتية حتى لا تظهر المرئيات للباصر محاطة بالوان الطيف وتلك العدسة مكونة من الرطوبة المائية والمادة البلورية وباطن المقلة من خلف القرنية عبارة عن خزانة مظلمة تجتمع فيها صور المرئيات والشبكية لكونها غشاء عصبيا تدرك الاشكال المحمولة للاشعة الضوئية المنعكسة من المرئيات بواسطة العصب البصرى الاتية هى منه وتوصل ما ادركته للمخ واظن ان وظيفة الجسم الزجاجى من حيث انه منقسم الى جملة خلايا ان تنكسر فيه الاشعة بانواع كثيرة تنتشر على الشبكية والزاوية البصرية هى محل اجتماع الشعاعين الآتيين من المرئى فى الحدقة ومتى وقعت حزمة من الاشعة على المقلة نفذ ما كان منها فى المركز فى القرنية الشفافة ثم فى الرطوبة المائية فتنقبض الحدقة او تنبسط على حسب قوة الحساسية لينفذ فيها من الاشعة المقدار اللازم وصوله للبلورية وبعض ما ينفذ من القرنية يقع على الوجه الظاهر من القزحية فينتشر به وبعضه وهو ما كان فى مركز الحزمة الضوئية ينفذ من الحدقة واظنه يكون اكروماتيا فى حال مروره فى الرطوبة المائية ثم البلورية وبمقتضى ما ذكرنا فى الشكل (٢٠٨) من ان صور المرئيات ترى فيما بعد البورات منقلبة انها هنا تقع على الشبكية منقلبة وقد تحقق ذلك بهذه التجربة وهى ان تأخذ مقلة ثور او ابقر طرية وترقق من الخلف حتى تصير شفافة ثم يسد بها ثقب خزانة مظلمة ويجعل خلف المقلة من خارج الخزانة مصباح فيرى من يكون فى داخل الخزانة صورة المصباح منقلبا فى قعر المقلة المرقق وبالجملة فاذا اعتبرت المقلة اعتبارا طبيعيا كانت بمنزلة عدسة ينكسر فيها الضوء واذا اعتبرت اعتبارا فيسلوجيا ونظر الى ادراك الانسان بها الصور المرئيات وقوة تمييزه اجزاءها خصوصا البعيد منها مع صغر مقلته عسر الوقوف على حقيقة ذلك اذ كيف يعرف

السبب

السبب الذى به تبصر المرئيات من بعد ملايين من الفراسخ كالكواكب البعيدة عنا فانا نراها كجذوة نار قريبة منا وكيف يدرك السبب لرؤية مرئيات كثيرة تمر بسرعة عظيمة امام البصر مع انه يحتاج فى ادراكها الى ان كل نقطة من كل جسم من تلك المرئيات تبعث الى باطن العين اشعة كثيرة على هيئة مخروطيات رؤسها تلى المرئيات وقواعدها تلى العين وكيف نعلم حكمة كوننا نرى اشعة المرئيات كالكواكب تأتى الينا على خط مستقيم مع انه لابد من انكسارها فى طبقات الهوآء ولاشك ان العلم الفيسلوجى يضيق عن الوقوف على حقيقة ذلك ودرك كنهه وقد ذكرنا ان الاجسام الشفافة تكسر الاشعة والاجسام المظلمة تعكسها هذا وقد علم مما سبق ان انكسار الاشعة من الاجسام الشفافة وانعكاسها من المظلمة متفاوت بالقلة والكثرة فان الاجسام التامة الشفافية كالزجاج الصافى لشدة صفائها اولكونها على بعض الاوضاع قد لاترى حتى تعكس الاشعة واذا لم يوجد الضو لاترى المرئيات قطعا فان وجد غير كاف لم يمكن تمييز الوانها وترى كلها سودآء فظهر من هذا ان الالوان غير موجودة فى ذات المرئيات بل اعارها لها الضوء ورؤيتنا الالوان فى الاجسام انما هو بوجود خاصة فيها تعكس الى ابصارنا الالوان من الضوء واختلاف الالوان فى الاجسام واختلاف افراد كل واحد منها قوة وضعفا انما يكونان على حسب استنارتها من الضوء الذى يأتى اليها ثم ان بعض الناس وهو نادر لايرى بعض الألوان فقد حكى من مدة قريبة ان رجلا خياطا انجليزيا لم ير لون الحمرة مدة حياته وكان الاجسام الحمرآء لاوجود لها فى بصره وهذا يعسر تفسير علته كما يعسر تفسير علة كون الانسان اذا شاهد جسما نيرا كالشمس اوجمرة حمرآء تدور بسرعة يبقى مشاهدا لذلك مدة بعد زواله عن نظره ويبقى فى الشبكية احساس به ويشترط فى روية المرئيات مضى زمن ولو قليلا جدا وهى امام البصر والا فلا يمكن ادراكها فانا لانرى جلة المدفع المقذوفة منه بالبارود لان زمن مرورها امام البصر كلا زمن

الباب السادس عشر في الآلات الاوبتيكية اى البصرية

هى كثيرة ولا نتكلم الا على المهم منها وهو الذى من معرفته يتعرف باقيها فنقول انها تنقسم قسمين آلات ديوبتريكية وكاتديوبتريكية والاولى هى التى تتركب من الزجاجات فقط والمرام منها انكسار الضوء والثانية هى التى تتركب من زجاجات ومرايا والمرام منها انكسار الضوء وانعكاسه معا ثم ان ما يوضع منها جهة العين يسمى عينيا وما يوضع جهة المرئى سواء كان من الزجاجات او المرايا يسمى شخصيا

كلام نظرى على الميكروسكوب اى النظارة المعظمة

قد ذكرنا فيما سبق كيفية مرور الضوء فى العدسات وكيف ترى العين من نقطة صغيرة مكبورة ف فى الشكل (٢٠٨) جسما كبيرا بالجسم س ش فى الشكل المذكور ولنذكر هنا علة ذلك فنقول لا شك فى انه كلما كان المرئى بعيدا عن العين كانت الزاوية البصرية المتكونة فى الحدقة من حزمة الشعاع الاتية من المرئى والمنعكسة من الشبكية اكثر حادية وذلك لان حزمة الشعاع الآتية من المرئى تكون قاعدتها نحوه ورأسها فى الحدقة فاذا انفذت منها ووقعت على الشبكية انفرجت وتكون منها حزمة اخرى قاعدتها على الشبكية ورأسها فى الحدقة وانفراجها على الشبكية يكون بقدر ميل سيرها السابق فلذا كان كلما قرب المرئى من العين عظم الانفراج على الشبكية حتى لا يكفى له سطحها فلا يمكنها ان تدرك المرئى وحينئذ فلا بد من تبعيد المرئى عن العين بحد مضبوط والحد المتوسط فى ذلك للعين الجيدة التركيب ثمانية قراريط فكلما قربت من المرئى عن ذلك وقع الاختلاط فى رؤيتها ثم المرئيات الصغيرة جدا وان كانت تقسع صورتها على الشبكية بزاوية حادة اذا قربت من العين لا تدرك لكن الشعاع الاتى منها يكون قليلا جدا فيحتاج ادراكها الى الزجاجات المعظمة والشكل (٢١٢) مرسوم فيه كيفية رؤية الاجسام الدقيقة كبيرة جدا بواسطة الزجاجات المعظمة فانه هـ فيه محل بللورة

جدا من اوكسلات الكلس لا تمكن رؤيتها بالعين وحرف ف عدسة معظمة بينها وبين العين تبصر بها فشعاع آ الآتي من مركز البللورة مارا من محور العدسة لا ينكسر فيها بل يذهب مستقيما الى ناحية ج ج وشعاعا د د الآتيان بعيدا عن المركز م المارّان خارج محور العدسة ينكسران عند دخولهما في العدسة وخروجهما منها ويجتمعان في بورة ج ج فاذا كانت العين في تلك البورة شاهدت البللورة لكن في محل تطويل شعاعي ج د ج د الذي هو لـ ى لان العين لا تنظر المرئى بواسطة جسم صقيل الا بتطويل الشعاع الواصل اليه بغير واسطه وحيث ذكرنا ان المرئى لا يشاهد مشاهدة جيدة الا في مسافة ثمانيـة قراريط التي هي الحد المميز للمبصر فتشاهد البللورة هنا بحجم عظيم في نقطة ى لـ وهذا العظم يمكن قياسه فان الزاوية المتكونة من المثلث الصغير الذي رأسه بورة ج ج وقاعدته دّ د تكون على حسب المثلث الكبير المتكون من رأس الاول ج ج وقاعدة ى لـ الناتجة من تطويل الخطين المكونين لتلك الرأس ونسبة الشعاع العامودي الاتي من وسط البللورة الى البورة مارا من محور العدسة للخط العامودي ح و كنسبة قاعدة المثلث الصغير لقاعدة المثلث العظيم ى لـ فاذا كانت البللورة بعيدة عن العين الكائنة في البورة بمسافة قيراطين وكانت مسافة الخط العامودي الذاهب من هذه البورة الى و ثمانية قراريط كانت قاعدة مثلث البورة د د بقدر قاعدة المثلث الكبير ى لـ اربع مرات وهو العظم الظاهر للبورة المبصرة بعدسة ف فتكون العدسة عظمت البللورة بقدر حجمها اربع مرات وكلما كان نصف قطر انحناء العدسة صغيرا اعني كلما كان تحدب سطحي العدسة اعظم كانت الزاوية التي يبصر بها المرئى اكبر فيرى الجسم اكبر لكن هذا العظم ينتهي لحد فان اقوى العدسات في التعظيم لا يزيد تعظيمه للمرئى اكثر من قدر قطره مائة وخمسين مرة وحينئذ فيكون حجم البللورة المذكورة كرأس دبوس كبير ومتى اريد قياس العظم فليكن بهذه الكيفية وهي ان تؤخذ المسافة التي بين

البورة ووجه العدسة الذى من جهة المرئى وتقسم عليها الثمانية قراريط التى هى حد الابصار من البصر الصحيح التركيب وخارج القسمة هو مقدار العظم فاذا كانت المسافة بين البورة والعدسة خطا كان العظم قدر القطر الحقيقى للمرئى ستا وتسعين مرة لان الثمانية قراريط ستة وتسعون خطا فاذا قسمت على الواحد كان خارج القسمة الستة والتسعين فاذا اريد تعظيم ازيد من ذلك ركبت جملة عدسات خلف بعضها فيحصل زيادة ذلك التعظيم لان الاشعة المجتمعة فى بورة ج ج فى اشكل (٢١٣) المستمرة فى سيرها على خط مستقيم من الانفراج الى ن ن اذا استقبلت بعدسة ذ المسطحة المحدبة تقربت من الخط العامودى فى سيرها واجتمعت فى ب الذى هو مشر لها ما يوقف سيرها الحديقة فاذا كانت العين فى ب ابصرت البلور بعيد الى حد ب باستطالة الخطين ب ش ب ص واذا استقبلت الاشعة الذاهبة من العدسة المسطحة المحدبة بعدسة ثالثة محدبة الوجهين ض انكسرت مرة ثانية واجتمعت فى بورة العدسة الثالثة ع فاذا حصلت العين هنا لـ نظرت البلورة فى استطالة شعاع البورة المحدبة اعنى فى استطالة الزاوية التى قاعدتها ث ث فعظم البلورة بعيد الكثير ان مقلوبة كما هو مرسوم فى ح ح بسبب تصالب الاشعة فى نقطة ج ن فاذا اريد مشاهدتها مستقيمة وضعت عدسة س بعيدة عن نقطة ب التى هى بورة العدسة المسطحة المحدبة ذ فى شكل تصالب الاشعة ووضعت عدسة ثانية محدبة الوجهين بعيدة قليلا عن نقطة ع التى هى بورة عدسة س وكلما زيد فى بعد وضع العدسات بورة فبورة زاد عظم المرئيات ثم كلما تبوعد عن المرئى واتسعت بذلك قاعدة زاوية العظم نقصت انارة المرئى لانه يفقد من عين المرئى ما يناسب من العظم غير ان العدسات الاكروماتية تقلل ذلك الفقد على ما مر

الفصل الاول فى الميكروسكوب البسيط

هوذو العدسة الواحدة اللامة وبورته قصيرة جدا وهو منسوب للمعلم
راسبايل وبه تكون المرئيات كبيرة جدا ولذا تمم به المعلم المذكور جميع اعماله
التشريحية والكيماوية وكان عمدته فى كتابه النفيس الذى الفه فى الكيميا
العضوية لانه كان يشاهد به الاجزاء الدقيقة جدا وهو مركب كما هو مرسوم
فى الشكل (٢١٣) من انبوبة افقية من صفر د داخلها قضيب
فى طرفه السائب دائرة توضع فيها العدسة ولذا سمى بحامل العدسة وذلك
القضيب يطول او يقصر بواسطة برمة ط التى تدخل وتخرج فى الانبوبة
على حسب الارادة وتلك الانبوبة موضوعة على قضيب عامودى لكن
لا مستمرة فيه بل موضوعة بحيث تمكن ادارتها يمينا او شمالا وتقديمها نحو
العدسة د او تأخيرها بحسب الحاجة ومن دائرة اخرى تحت دائرة
العدسة لها ذنب يدخل فى ثقب فى الاسطوانة العمودية ت ث يوضع
فى تلك الدائرة حاملة المرئى وهى قرص مستوى السطح من زجاج شفاف
صقيل جدا لا يرى جسمه لشدة شفافيته وقد يوضع بدله قرص احد وجهيه
مقعر وهو من زجاج ايضا ليوضع فيه سائل من ماء او حمض او غاز او دم او لبن
اذا اريد البحث فى كل من الاجزاء المركب منها او عن تفاعل بعضها فى بعض
وهذه الدائرة الاخرى ترفع وتخفض بواسطة برمة الضغط و الداخلة
فى القضيب العامودى ومن دائرة ثالثة فى محل ص فيها مرءاة متحركة تميل
الى اعلا او اسفل على حسب الحاجة منفعتها انارة المرئيات الصغيرة الموضوعة
على الزجاجة الشخصية التى هى حاملة المرئى وجميع ذلك مركب على صندوق
صغير من خشب لـ توضع فيه تلك القطع التى يتركب منها الميكروسكوب
عند انتهاء العمل ويوجد ... ـوق زيادة عن القطع المذكورة مشرط
صغير رقيق وابرتان لـ ... المرئيات وتقريبها الى نقطة مركز العدسة
وجفت صغير لتمسا ... فراص ملونة بالسواد مثقوبة من الوسط تسمى
بالحجاب الحاجز ... فطر حاملة المرئى توضع عليها لتنقيص شدة الضوء
الذى ربما منع من ادراك المرئى حق الادراك ولا بد وان يشتمل هذا الصندوق

على عدستين قطر احديهما من سبعة خطوط الى ثمانية وقطر الثانية جزء من ميلي ميتر وهو اقل من نصف خط والثانية يمكن ان تعظم المرئي مائة وخمسين مرة وبين هاتين العدستين عدسات كثيرة تعظم المرئي عظما متوسطا ويوجد في الصندوق من هذه العدسات ثلاثة او اربعة هذا ويمكن ان يجهز عند فقد الميكروسكوب ما يقوم مقامه وهو ان توضع قطرة ماء صاف جدا على قطعة بيضاء من زجاج شفاف جدا ثم تقلب تلك القطعة فتنجذب عليها قطرة الماء بسبب ثقله عند قلب الزجاجة فتصير كعدسة محدبة مسطحة ترى بها المرئيات الدقيقة ثم يلزم ان لا يطول الزمن بين عملها واستعمالها لئلا تصاعد بخارا وتتغير شكلها وقد تصنع هذه العدسة الرقيقة من الزجاج بان يؤخذ سلك من البلاتين ويلف على هيئة قمع او تؤخذ صفيحة صغيرة من البلاتين ايضا فيها ثقب صغير ويوضع في باطن الطرف الدقيق من القمع او في ثقب الصفيحة جزء ناعم من مسحوق الزجاج الابيض ثم توجه عليه شعلة مصباح تنفخ بانبوبة طرفها الدقيق من جهة الشعلة فيذوب ذلك الزجاج ثم [illegible] من نفسه فتتكون منه كرة صغيرة من الزجاج الصافي تعظم المرئيات وينبغي ان يعمل من هذه العدسات عدد كثير لان الغالب انه لا يصلح في العادة منها الا واحدة او ثنتان ويلزم ان توضع العدسة من هذه العدسات في طرف انبوبة سوداء من باطنها حتى لا تختلط اشعة المرئي بالاشعة الخارجية فيقع الاختلاط في رؤية الاجسام المراد تعظيمها وينبغي التنبه عند استعمال القرص المقعر الحامل للمرئي اذا وضع فيه سائل لتغير شكل الجسم بسبب حركة السائل فيلزم ان تحرك العدسة عند انتقال السائل من حيز الى حيز ومنه ومن حوامل المرئي غير ما ذكر ما هو مخصوص بالجواهر المتأثرة بال[illegible] عنها ومنها ما هو مخصوص بما يختص بالجواهر الكثيفة وهذه الحوامل اقراص من زجاج نظيف جدا في احد سطحيها حفرة مجوفة يوضع فيها السائل ثم يركب على هذا السطح قرص آخر مستو من زجاج نظيف ايضا لمنع تصاعد السائل بخارا ثم تدهن حوافيهما بجوهر لا ينحل في السائل المحصور في الحفرة

كالصمغ وزلال البيض اذا كان السيال ايثيرا والكولا والراتينج اذا كان السيال ماء والغالب ان الاقراص السوداء التى هى كالحجاب الحاجز توضع تحت حامل المرئى وقد تمسك باليد لتتحول بحسب الحاجة الى الجهة المراد تنقيص الضوء منها وقد مر ان الحجاب الحاجز مثقوب من الوسط بثقب واحد لئلا تنفذ الاشعة الغير المحتاج اليها ويلزم فى هذا الثقب ان لا يكون قطره اكثر من اربعة اجزاء من ميللى ميتر وهى اقل من خطين والضيق منها جدا ينفع فى مشاهدة المرئيات الكثيرة الشفوفة لكونه يحتاج تمييزها الى ضوء قليل

الفصل الثانى فى الميكروسكوب المركب

هو كالبسيط فى ان غايته معرفة اشكال المرئيات الصغيرة جدا وتمييز بنيتها وغير ذلك مما يفيد الوقوف عليها تفصيلا وهو انواع منها ما يسمى بالديوبتريكى ومنها ما يسمى بالكاتوبتريكى ومنها ما يسمى بالكاتاديوبتريكى على حسب كون تكبير المرئى صادرا من انكسار الضوء اومن انعكاسه اومنهما معا وانفع هذه الثلاثة واكثرها استعمالا هو الاول ولا يتكون واحد منها الا من العدسات الاكروماتية وتعدد الانواع انما هو باعتبار الشكل والهيئة والافكل منها مركب اولا من زجاجات او عدسات شخصية لامة وثانيا من زجاجات او عدسات عينية والتعظيم الاخير الحاصل منها يكون محصل التعظيم الحاصل من ضرب تعظيم كل من هذه العدسات فى الاخر فالعدسة الشخصية اذا كانت تعظم قطر الجسم خمس مرات والعينية عشر مرات كان التعظيم الاخير خمسين قطرا اى الفين وخمسمائة سطح حاصلة من ضرب الخمسين قطرا فى نفسها وقد يكون التعظيم الاخير الف قطر اى مليون سطح اذا كان التـ[illegible] الشخصية مائة ومن العينية عشرة اومن الشخـ[illegible] خمسين [illegible] العينية عشرين اومن الشخصية اربعين من العينية [illegible] رين والمرسوم فى الشكل (٢١٤) صورة التركيب الاصلى

على عدستين قطر احديهما من سبعة خطوط الى ثمانية وقطر الثانية جزء من ميلي ميتر وهو اقل من نصف خط والثانية يمكن ان تعظم المرئي مائة وخمسين مرة وبين هاتين العدستين عدسات كثيرة تعظم المرئي عظما متوسطا ويوجد في الصندوق من هذه العدسات ثلاثة او اربعة هذا ويمكن ان يجهز عند فقد الميكروسكوب ما يقوم مقامه وهو ان توضع قطرة ما شفاف جدا على قطعة بيضاء من زجاج شفاف جدا ثم تقلب تلك القطعة فتحدب عليها قطرة الماء بسبب ثقله عند قلب الزجاجة فتصير كعدسة محدبة صغيرة ترى بها المرئيات الدقيقة ثم يلزم ان لا يطول الزمن بين عملها واستعمالها لئلا تتصاعد بخارا وتتغير شكلها وقد تصنع هذه العدسة الوقتية من الزجاج بان يؤخذ سلك من البلاتين ويلف على هيئة قمع او تؤخذ صفيحة صغيرة من البلاتين ايضا فيها ثقب صغير ويوضع في باطن الطرف الدقيق من القمع وفي ثقب الصفيحة جزء ناعم من مسحوق الزجاج الابيض ثم توجه عليه شعلة مصباح تنفخ بانبوبة طرفها الدقيق من جهة الشعلة فيذوب ذلك الزجاج ثم يتراكم من نفسه فتتكون منه كرة صغيرة من الزجاج الصافي تعظم المرئيات وينبغي ان يعمل من هذه العدسات عدد كثير لان الغالب انه لا ينجح في العشرة منها الا واحدة او ثنتان ويلزم ان توضع العدسة من هذه العدسات في طرف انبوبة سوداء من باطنها حتى لا تختلط اشعة المرئي بالاشعة الخارجية فيقع الاختلاط في رؤية الاجسام المراد تعظيمها وينبغي التنبه عند استعمال القرص المقعر الحامل للمرئي اذا وضع فيه سائل لتغير شكل الاجسام بسبب حركة السائل فيلزم ان تحرك العدسة عند انتقال السائل عن حيز الى جهته ومن حوامل المرئي غير ما ذكر ما هو مخصوص بالجواهر المتأثرة بالبارومتر الحمض عنها ومنها ما هو مخصوص بما يختص بالجواهر الكشافة وهذه انما حامل اقراص من زجاج نظيف جدا في احد سطحيها حفرة مجوفة يوضع فيها السائل ثم يزلق على هذا السطح قرص اخر مستو من زجاج نظيف ايضا لاجل تباعد السائل بخارا ثم تدهن حوافيهما بجوهر لا يخلق في السائل المحصور في النقرة

كالصمغ وزلال البيض اذا كان السيال ايثيرا والكحول او الراتينج اذا كان السيال ماء والغالب ان الاقراص السوداء التي هي كالحجاب الحاجز توضع تحت حامل المرئى وقد تمسك باليد لتتحول بحسب الحاجة الى الجهة المراد تنقيص الضوء منها وقد مر ان الحجاب الحاجز مثقوب من الوسط بثقب واحد لئلا تنفذ الاشعة الغير المحتاج اليها ويلزم فى هذا الثقب ان لا يكون قطره اكثر من اربعة اجزاء من ميللى ميترو وهى اقل من خطين والضيق منها جدا ينفع فى مشاهدة المرئيات الكثيرة الشفوفة لكونه يحتاج تمييزها الى ضوء قليل

الفصل الثانى فى الميكروسكوب المركب

هو كالبسيط فى ان غايته معرفة اشكال المرئيات الصغيرة جدا وتمييز بنيتها وغير ذلك مما يفيد الوقوف عليها تفصيلا وهو انواع منها ما يسمى بالديوبتريكى ومنها ما يسمى بالكاتوبتريكى ومنها ما يسمى بالكاتاديوبتريكى على حسب كون تكبير المرئى صادرا من انكسار الضوء اومن انعكاسه اومنهما معا وانفع هذه الثلاثة واكثرها استعمالا هو الاول ولا يتكون واحد منها الا من العدسات الاكروماتية وتعدد الانواع انما هو باعتبار الشكل والهيئة والافكل منها مركب اولا من زجاجات اوعدسات شخصية لامة وثانيا من زجاجات اوعدسات عينية والتعظيم الاخير الحاصل منها يكون محصل التعظيم الحاصل من ضرب تعظيم كل من هذه العدسات فى الاخرى فالعدسة الشخصية اذا كانت تعظم قطر الجسم خمس مرات والعينية عشر مرات كان التعظيم الاخير خمسين قطرا اى الفين وخمسمائة سطح حاصلة من ضرب الخمسين قطرا فى نفسها وقد يكون التعظيم الاخير الف قطر اى مليون سطح اذا كان التعظ[illegible] السخصية مائة ومن العينية عشرة اومن الشخص[illegible] [illegible] العينية عشرين اومن الشخصية اربعين من العينية [illegible] رين والمرسوم فى الشكل (٢١٤) صورة التركيب الاصلى

للميكروسكوب المركب ومنه يستفاد تركيب بقية الانواع فتركيبه يكون من اسطوانة عامودية ص ص منتهية من الاسفل بجذر وطى تجمع فيه العدسات الاكروماتية ذوات البورة القصيرة وهى العدسات الشخصية ومن انبوبة نحاسية د يوضع فى طرفها عدستان عينيتان وهذه الانبوبة قصيرة تدخل فى انبوبة ثانية ط محكمة عليها حتى يتحدا كانهم تدخل هذه الثانية فى اسطوانة ص ص محكمة عليها بحيث يتحدا كالاولى وبهذا الترتيب يمكن تطويل المسافة بين العينية والشخصية اوتقصيرها على حسب الحاجة الى تمييز المرئى وينبغى ان يكون باطن الانابيب مدهونا بطبقة سوداء غير براقة اوملصقا عليه نحو قطيفة سوداء حتى لا يكون هنالك ضوء يصل الى العدسة العينية فيشوش الابصار فلو وضع هذا الجهاز من طرف ى فى محل عدسة د من الميكروسكوب البسيط المرسوم فى الشكل (٢١٣) كان الميكروسكوب مركبا و وصول الاشعة يكون على حسب مارسم فى الشكل (٢١٢) وقد اخترع المعلم الطبيعى اميسى فى المدرسة العامة بمدينة مودين من ايطاليا من مدة سنين ميكروسكوبا مركبا يسمى بميكرسكوب اميسى وبالميكروسكوب الافقى لان وضع الاسطوانة التى فيها العدسات فيه افقى والعدسة الشخصية مائلة الى الاسفل وهى على هيئة منشور مستقيم الزوايا من زجاج يعكس الاشعة الواصلة اليه الى جهة الزجاجة العينية والجهة الشخصية لها ثلاث عدسات تثبت برمة واحدة بعد واحدة اوثنتان او الثلاث معا مركبة على حسب الاعداد المرسومة عليها والجهة العينية لها ست عدسات تثبت كالعدسات الشخصية حسب الارادة وينبغى عند رؤية الجسم بهذا الميكروسكوب ان يبل الجسم بقطرة من الماء الصافى ويوضع بين صفيحتين من زجاج توضعان على حاملة المرئى التى ترفع اوتخفض برمتها على حسب الحاجة وله مرآة مقعرة تتحرك موضوعة فى محل يناط الحامل العمودى بالميكروسكوب منفعتها انارة المرئيات بسبب جمعها الضوء النهارى اوضوء نحو المصباح اوعكسها له اذا اريد معرفة الاجسام المعتمة وذلك بان توضع على

قرص صغير من زجاج اسود ملصق على صفيحة من زجاج شفاف توضع على حاملة المرئى فتستنير الزجاجة من اعلا بواسطة عدسة محمولة على قضيب له رزة فى وسطه بها يتمكن من تقريبه وتبعيده عن حامل المرئى بحسب الحاجة والقضيب المذكور مرتبط بالاسطوانة الافقية من جزئها المقابل لجهتها العينية وميكروسكوب اميس المذكور يعظم قطر الاجسام الف مرة فيكون معظما لسطحها مليونا مرات حاصلا من ذلك ضرب عدد الاقطار فى نفسه وقد صنع اميس المذكور الميكروسكوب الكاديوبتريكى وتعظيمه للاجسام عجيب جدا وهو لا يختلف عن السابق الا قليلا والمنشور فيه يبعث الاشعة الضوئية الى الطرف الشخصى من الاسطوانة وفى هذا الطرف مرءآة مقعرة تعكس الاشعة الضوئية للجهة العينية وهذا الميكروسكوب وان كان يعظم الاجسام كالسابق الا انها تكون مشوشة ولو اتقنت عدساته ومرءاته المعدنية غاية الاتقان

الفصل الثالث فى الميكروسكوب الشمسى

انما سمى بذلك لان استنارة الجسم المراد رؤيته فيه انما تكون بضوء الشمس الذاتى لا الذى فى الظل وقد اخترعه من نحو مائة سنة المعلم لبيركهن فى مدينة بوراين قاعدة مملكة بروسيا المسماة بالطراندبول ومن ذلك الوقت الى الآن حصلت فيه تنوعات المستعمل منها الآن المرسوم صورته فى الشكل (٢١٥) ويختار استعماله عن غيره لعظم انارته للاجسام وكشفها به وكيفية استعماله ان تستقبل اشعة الشمس على مرءآته الزجاجية التى يمكن ان تتحول بواسطة برمة لـ المحركة للترس المسنن ع الى اى زاوية من زواياالآلة لاجل انارة باطنها، برمة ل التى امام برمة لـ تنفع لتحويل المرءآة يمينا وشما[illegible] [illegible] الجهة المرادة فتنعكس اشعة الشمس ش على المرءآ[illegible] و[illegible] فى الـ[illegible] وتصل الى العدسة النيرة ص التى قطرها من [illegible] خطا الى ثمانية عشر فتنفذ فيها وتجاوزها سائرة فى اسطوانة ى ى

باتجاه د و حتى تصل الى ط ومسافة ف ف تسمى م ا
الرصدلانه يوضع فيها الجسم المرادرصاده وهذه المسافة يمكن توسيعها
وتضييقها على حسب الحاجة بسبب انها مكونة من قطع نحاسية وفيها القوة
اليستيكية بها تنثنى وتنفرد فاذا وضع المرئى فى هذه المسافة واستنار بيد ا
اشعة الشمس وضعت عدسة ن وقربت منه او بعدت بواسطة برمة
متسلطة على الاسنان س حتى تحصل تمثله اتيبزوهذه الجملة عدسات
خلاف هذه العدسة مختلفة البورات تركب على الجهة العينية واحدة بعد
واحدة اوثنتان اوثلاثا معا على حسب الحاجة وقد تستقبل صور المرئيات
بدل استقبالها بالعين على ورق اوقماش ابيض مندمج من مسافة ه ه التى
هى من عشرة اقدام الى عشرين ومثل هذه الآلات الاثرية تعظم ا و عسر
تركيبها لا تعرف حقيقة الا بالمشاهدة وتعريفها بالكلام والرسم انما هو
تقريب فاذا اريد الوقوف على الاجزآء الدقيقة التى تكون فى السوائل ككرات
الدم والاجزآء البلورة لبعض المحلولات فلتوضع قطرة من السائل على
صفيحة مستوية الوجهين من زجاج وتوضع تلك الصفيحة فى مسافة الرصد
ويجعل السائل من جهة الضوء وقد يوضع المرئى وحده بين لوحين صغيرين
من زجاج ويدخلان بقوة فى غمد من نحاس خالى الوسط وهذا الغمد جزء لازم
من اجزاء الميكروسكوب يقع فى كثير من استعمالات الميكروسكوب الشمسى
وحوامل المرئى فيه تصنع من عاج مثقوبة تقريبا مستديرة عليها حلقات
من نحاس لتحفظ القرصين الزجاجيين اللذين يوضع الجسم بينهما فاذا اريد
مشاهدة دورة الدم فى ذنب الحيوان المائى الذى هو اصل الضفدع
اوفى عضو من الاعضاء الظاهرة او الباطنة من الاسماك اوالهوام فيحبس
الجزء المراد مشاهدته فى علبة صغيرة من الزجاج تملاء ماء اوسيالا يراد
ان يؤثر فى بعض الجواهراذا اريد امتحان تفاعل الجواهر فى بعضها ثم توضع
تلك العلبة فى مسافة الرصد

الفصل الرابع فى الميقاسكوب اى نظارة الاجسام المراد رسمه

رعها من نحو سبعين سنة المعلم شارل وهى نظارة مهيئة لتحصيل صور
.. جسام انقليلة الامتداد اذا اريد رسم صورتها وهى كما فى الشكل (٢١٦)
.. نبة من عدسة لامة ن ب توضع محكمة فى ثقب كوة خزانة مظلمة ويوضع
الجسم المراد رسم صورته ط خارج الكوة بعيدا عن بورة العدسة فى اتجاه
محورها بحيث يصير نيرا بضوء الشمس الساطع فيه اوالمنعكس اليه من
مرءآة اعتيادية فتصير صورة الجسم كبيرة جدا لكنها منقلبة فى الخزانة
ض فاذا اريد رؤيتها مستقيمة ينعكس ذلك الجسم وكلما كان المرئى اقرب
لبورة العدسة الحقيقية كانت الصورة اعظم وقد تستقبل الصورة بدل
ابصارها بالعين على نحو الورق فى نقطة ه ه على ما مر فى الشكل
(٢١٢)

الفصل الخامس فى المصباح المسحور

المخترع له الراهب كيرشير وهو كما فى الشكل (٢١٧) صندوق من خشب او تنك
فى صدره مرءآة مقعرة من تنك صقيل لامع امامها مصباح موقود ص
وبعد المصباح عدستان احد وجهيهما محدب س ش وبعدهما محل المرئى
من وبعده عدسة ثالثة ت فى آخر الصندوق قصيرة البورة وامام
الصندوق من الخارج بعيدا عنه لوح من خشب طً او حائط يلصق عليه
قماش ابيض اوورق فاذا اريد ارتسام صورة على هذا اللوح رسمت على صفيحة
من زجاج بلون ظاهر ووضعت تلك الصفيحة فى حامل المرئى فينفذ ضوء
المصباح من العدستين الا .. تلك الصفيحة فينيرها وترتسم صورتها فى
العدسة الثالثة و .. اللوح فاذا كان هذا العمل فى خزانة مظلمة
فكا .. د .. صورة منقوشة على اللوح نيرة تعجب حيث الصندوق
.. .. التى منها ينفذ ذلك غير ظاهرة

الفصل السادس فى الفانتازماغوريا اى الطيف الخيالى

الفانتازماغوريا من فا[illegible]رما ومعناها الطيف و[illegible]وريا [illegible] [illegible]ردى فالمعنى صورى الطيف [illegible] [illegible] بخيالات الظل وهى آلة من انواع [illegible] المصور بها [illegible] المرئيات [illegible] مثل المصباح المصور [illegible] صفائح الزجاجية التى ترسم فيها الصورة [illegible] [illegible] من تقريبها وتبعيدها من العدسات ان تجعل بدل اللوح اوالحائط [illegible] [illegible] تقريبه وتبعيده من العدسات [illegible] من ارتسام الصورة [illegible] وتصغيره وذلك بان يركب على عربات [illegible] تتقدم اوتتأخر جهة العدسات [illegible] الرسم [illegible] الزجاج صور [illegible] بالسواد [illegible] واحدة واحدة اوثنتين [illegible] للناس الجالسين امامها [illegible] [illegible] [illegible] وتثب عليهم وتتقارب مع بعضها وغيرذلك مما يريد الصانع ان يظهره [illegible] وفى الحقيقة هى خيالات لاصور مجسمة وفائدة الاعتناء بها الوقوف على حقايقها حتى لايغترالناس بما يفعله اصحابها [illegible] [illegible] [illegible] كرامات تجرى على ايديهم خوارق العادات

الفصل السابع فى الخزانة المظلمة

هى [illegible] [illegible] [illegible] صورة [illegible] [illegible] او [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] الخزانة [illegible] العدسة [illegible] [illegible] الصور [illegible] [illegible] [illegible] القصاع امام الخزانة ترى [illegible] صور [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] وصورة الخزانة المذكورة مرسومة فى شكل (٢١٩) [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] امتداد [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] الصورة الموجودة فى تلك المسافة [illegible] من العدسة [illegible] [illegible] فاذا اريد رؤية الصور على اللوح معتدلة [illegible] [illegible]

د . م خارج الخزانه مرءآة اعتياديه تعكس صور المرئيات على العدسة فترتسم
للوح مستقيمة بحدودها ويلزم لهذه المرءآة ان تكون قابلة لان تتحول
الجهة التى يراد توجيهها اليها والمرسوم فى الشكل (٢١٩) صورة خزانة
... نقالية وجدرانها ى ى ى ى المكونه لها يمكن فصلها عن
بعضها ووضعها فى صندوق ومرءاة م تعكس الاشعة ص ص الاتية
ن المرئيات الخارجية على عدسة د فتسقط على لوح ن ن نافذة
من الانبوبة التى من خشب ط فاذا وقف انسان فى فتحة ش التى
للخزانه تمكن من ان يرسم بيده الصور التى خيالاتها فى جدار الخزانة ن ن
على ورقة تكون ملتصقة هنالك وينبغى لاجل سهولة الرسم ان يسدل على فتحة
ش ستارة من نحو جوخ من ف الى ف لتكمل الظلمة فيرى الخيال
واضحا وكثيرا ما يستعملون فى عصرنا هذا بدل المرءآة والعدسة اللامة المنشور
المرسوم صورته فى الشكل (٢٢٠) وهو محدب من سطح ب س مقعر
من سطح ب ذ والخطوط المرسومة فى هذا الشكل تدل على سير الاشعة
قبل وصولها للمنشور وبعد انعكاسها فى قاعدته ذ ب

الفصل الثامن فى الخزانة النيرة

هى آله لرسم صور المرئيات بحدودها واشكالها كما اذا اريد رسم صورة بناء
او قرية والمخترع لها المعلم ولوستون وهى منشور يقرب للمربع كما هو مرسوم
فى الشكل (٢٢١) له زاويتان قائمة ب ومنفرجة د وقدر انفراجها
مائة وخمس وثلاثون درجة وسطح ب س يجعل تجاها للمرئى المراد
اخذ صورته ومحور ضوء ش واصل الى ط ساقط على المنشور ثم ينعكس
منه ويستمر على هذا الانعكاس ... ه ثم يتجه نحو ع فاذا وضعت العين
فى نقطة ع ... بصرت الصورة فى نقطة ن من مطول
... ه فاذا كان وضع المقلة بحيث يقع نصف الحدقة
... المنعكسة من خط ه ع والنصف الثانى على خط ظ

ف نظرت جميع الصور المرتسمة على الورق المبسوط فى مسافة ن ف فينئذ فى حينئذ للمبصر ان يرسم حدود الصور وكل ما فيها ويلزمه حينئذ ان يجعل المنشور فى د وان يحفظه بحامله مثبتة على لوح ايسهل عليه هذا الرسم واذا وضع امام سطح ب س عدسة لامة جمعت الاشعة جمعا جيدا ذا كانت الصورة المرسومة واضحة تمييز ابرا واما اذا كانت استنارة الصورة رابية جدا جعل اسفل المنشور لوح من زجاج ملون و[illegible] لاجل جمع الابصار ان توضع العين على كوة مخصوصة بها توضع فى نقطة ع

الفصل التاسع فى نظارة غليلى وتسمى نظارة الملعب

هى كما هو مرسوم فى الشكل (٢٢٢) مركبة من عدسة شخصية لامة ب وعدسة عينية مفرقة ط موضوعتان فى اسطوانتين تدخل احداهما فى الاخرى لتطول المسافة بين العدستين او تقصر على قدر تمييز المرئى وتوجيه وفائدة العدسة المفرقة رؤية المرئى على استقامته لا منعكسا وذلك لان اشعة المرئى لك بعد نفوذها من العدسة الشخصية ب تتفرق اذ لم تجد فى سيرها جسما آخر منكسرا حتى تصل الى م م وتكون الصورة حينئذ متكاملة [illegible] اوجدت امامها العدسة المفرقة ووقعت عليها قبل [illegible] رتب [illegible] نور والفرق [illegible] الشعاع فيذهب شعاع د الى ص وشعاع ن الى ن ومن حيث ان العين دائما انما تبصر المرئى فى نهاية طول الخطوط الشعاعية ترى شعاع ص فى نهاية تطويله الى ف وشعاع ى فى نهاية تطويله الى ن ولكون خط س هو شعاع الجزء السفلى لنقطة لك وخط ى هو شعاع الجزء العلوى ترى العين المرئى على اعتداله لا منعكسا واما [illegible] بيانه من عدسة ط

الفصل العاشر فى النظارة الفلكية

هى كما هو مرسوم فى الشكل (٢٣٣) مركبة من عدستين لامتين شخصية

ب وعينية ط وتنظربها الصورة مقلوبة كما يظهر من الخطوط المجعولة
علامة على الاشعة فى الشكل المذكور ولم يبال بذلك فى هذه النظارة لكون
الكواكب ليس لها صورة مشخصة حتى يظهر فيها الانقلاب وعدمه فاذا وقع
شعاعا ب ن من الجسم المرئى لـ على العدسة الشخصية انكسرا فيها
ونفذا منها واتصلا بالباقى د ثم يذهبان الى العدسة العينية ط منفرجين
وينفذان منها ثم يجتمعان فى ع فاذا كانت العين الباصرة فى نقطة ع
ابصرت الشعاعين المذكورين فى منتهى تطويل الخطين الشعاعيين المجتمعين
فى ع المكونين من شعاع ن الذى يكون من الاعلا وشعاع ب الذى
يكون من الاسفل وبنتهى تطولهما هو ت ف فيكون عظم المرئى
على حسب خطى ع ت ع ف اعنى على حسب فتحة قاعدة الزاوية
المتكونة من اجتماع الخطين المذكورين فى النقطة البورية ع والمعنى ان
العظم يكون بحسب انفراج الزاوية الذى هو ت ف مثل ما يكون فى
نظارة تملليلى وغيرها من بقية النظارات

الفصل الثانى عشر فى النظارة الارضية وتسمى نظارة القرب

هى كالفلكية وتزيد عنها بضم عدستين لامتين فى الجهة العينية لترى صور
المرئيات فيها مستقيمة لان الاجسام الارضية هى المحتاجة لذلك بخلاف
الفلكية على مامر فاذا اريد مشاهدة ابعد المرئيات كالكواكب بالنظارة الارضية
لزم تقصيرها وان اريد مشاهدة ما هو اقرب منها طولت ويسهل التطويل
والتقصير فيها كما فى الفلكية لكونها مركبة من انبوبتين احداهما تغمد الاخرى
وطريق الابصار بها مذكور فى الشكل (٢٢٤) وذلك لان شعاع المرئى يكون
بعد وقوعه على العدسة الشخصية منكسا فى ع وبعد نفوذه من العدستين
اللامتين ف ف يعتدل فى ه كما يظهر من رسم سير الاشعة المعلم عليها
بالخطوط فى الشكل المذكور ونقطة ه التى يعتدل فيها المرئى هى الفتحة
التى توضع عليها العين لتشاهد المرئى فى منتهى طول خطى ه اللذين هما

ه ى ه لذ فى الشكل المذكور كما سبق ذكره غير مرة

الفصل الثانى عشر فى التيلوسكوب اعنى نظارة البعد

الجزء الذى لابد منه فى هذه النظارة مرآة معدنية مقعرة تجعل من المرئيات التنعكس فيها صورة المرئى منعكسة على ما ذكرنا فى التداوير وانواع التيلوسكوب ثلاثة الاول المنسوب الى المعلم جريجورى الذى اخترعه من نحو قرنين وهو كما هو مرسوم فى الشكل (٢٢٥) مكون من مرآة مقعرة ن فى وسطها ثقب مستدير د ومن مرآة صغيرة مقعرة ايضا ت فاذا وقعت اشعة ل ل على المرآة الاولى ن تكون فى م صورة المرئى منعكسة امام المرآة الثانية ت بمسافة تزيد عن نصف قطرها ثم تقع عليها تعتدل ثم ترسلها من فتحة د الى العدسة العينية فتكبرها للعين الباصرة لها من الخارج ومنفعة البرمة الطويلة س س تقريب المرآة الصغيرة الى الكبيرة او تبعيدها عنها على حسب الحاجة للتقريب او التبعيد والثانى المنسوب الى كاسجرين وصورته مرسومة فى الشكل (٢٢٦) وحسنه عن الاول انما هو بسبب قصره وكثرة تمييزه للصور ولا يخالف الاول الا فى كون المرآة الصغيرة فى هذا محدبة وهى المرسوم عليها فى هذا الشكل ت فتلاقى الاشعة قبل انضمامها ثم تعكسها منفرقة لها فتكون الصورة منعكسة ترى ل العين الباصرة كما هو شاهد فى الشكل السابق والثالث المنسوب الى نوتن وصورته مرسومة فى الشكل (٢٢٧) ويفارق الاولين بكون المرآة الصغيرة فيه مسطحة ومرسوم عليها فى الشكل المذكور ت وهى مائلة وانفراج زاوية الميل فيها خمس واربعون درجة بالنسبة لمحور المرآة المقعرة ن وميلها انما هو لترسم الصورة من الجانب على العدسة العينية ع وهذا التيلوسكوب يوضح الصورة ويكبرها اكثر من الاول وكل المرائى والزجاجة العينية موضوع فى اسطوانة على ما هو مرسوم فى الاشكال الثلاثة

الباب السابع عشر فى تشرف الضوء وتداخل الاشعة فى بعضها

الكلام على تشرف الضوء

تشرف الضوء هو وقوعه على اطراف الاجسام بهيئة شرافات بسبب التنوع الذى يحصل فيه وذلك على ماهو مرسوم فى الشكل (٢٢٨) ان تدخل حزمة من ضوء الشمس ل فى خزانة مظلمة من فتحة صغيرة فى حجاب حاجز لَ لَ فيها عدسة قصيرة البورة ن فاذا وقعت الحزمة على العدسة نفذت منها وسارت مكونة لمخروطى منفرج جدا وفائدة الحجاب الحاجز كون الاشعة النافذة من العدسة نقية من الاضوآء الغريبة كما انه يلزم لكون تلك الاشعة بلون واحد ان تنفذ اولا من زجاج ملون ف ف فاذا وضع بعيدا عن البورة ب بمسافة ما حجاب ح الذى حوافيه رقيقة جدا د واستقبل ظل ذلك الحجاب على لوح و و شوهد فى شمال الحجاب وشمال ظله فى محل م ظل وضوء متتابعان على هيئة شرافات تكون الشرافة الاولى منها مضيئة زاهية وبجانبها شرافة معتمة قاتمة وهكذا على التتابع جهة الشمال فتجد ست شرافات او سبعا مكونة من الضوء والظل وكلما بعدت الشرافات عن ظل الحجاب اخذت المضيئة منها فى القتامة والمعتمة فى الاضاءة ثم تنمحق كلها ولا يبقى الا الضوء المعتاد فى نقطة ش هذا هو تشرف الضوء فاذا وضع بدل الحجاب شعرا وسلك معدنى رقيق تكونت الشرافات المضيئة على لوح و و وعلى جوانب الخط المحورى ص وباى لون كان الزجاج ف ف من الالوان الاصلية للطيف حصل التشرف غير انه اذا جرب بجميع الالوان على التعاقب على حسب ترتيبها فى الطيف نقص عرض كل من الشرافات المضيئة والمعتمة واخذت فى الاجتماع والذى ينشأ عن اللون الابيض شرافات متلونة بالوان الطيف على التعاقب بسبب ان الابيض مجمع الالوان السبعة

الكلام على تداخل الاشعة فى بعضها

اذا ثقب فى خزانة مظلمة ثقبان مستديران بينهما بعد كاف لعدم اختلاط الضوء النافذ فيهما الابعد مسافة ثم سلط على الثقبين المذكورين ضوء من الشمس منعكس انعكاسا افقيا ونفذ فى الخزانة بعيدا عن محل التقائهما بقليل واستقبل على مقوى ابيض وجوه شوهد دائرتان ضوئيتان متداخلتان ببعض دائرتهما كما فى الشكل (٢٢٩) كل واحدة منهما آتية من حزمة ويلتقيان فى نقطتى د ن والجزء المرسوم عليه ت ث ن د اكثر ضوءا من الجزئين المتقابلين ح ق بل ومن بقية الدائرة وان كان ذلك الجزء فيه بعض ظلمة بالنسبة لكمية ضوء الحزمتين الواصل اليه واذا سد احد الثقبين صار جزء ت ث ن د اشد ضوءا فمن ذلك يصح ان تقول انه قد ازداد ضوء ذلك الجزء بازالة بعض الضوء الاتى اليه وحصل فيه الظلمة باضافة ضوء الى الضوء الاتى اليه وفى الحقيقة انما هو ناشئ من تداخل الاشعة فتحصل مثل هذا التفاعل بين شعاعين آتيين من ينبوع واحد تداخلا ولو انعكست حزمة شعاعية صغيرة انعكاسا افقيا من مرآة ودخلت فى خزانة مظلمة من ثقب ابرة فى نحو ورقة ووضع بعيدا عن هذا الثقب سلك او شريط متلاحم عرضه اقل من جزء من ميللى متر وضعا عموديا ثم استقبل ذلك الشعاع على لوح تكونت شرافات ضوئية الوسطى منها تكون بيضا والثلاث التى فى كل من جانبيها سمر منفصلة عن بعضها بالوان مختلفة فاذا قطع نصف الشعاع بواسطة تقديم حافية حجاب حاجز خلف الشريط بمسافة قليلة وجعلها متقدمة فى ظل ذلك الشريط زالت جميع الشرافات الباطنية اى التى بين الشرافات الحدود ذلك الازالة انما هى حاصلة من التداخل

الباب الثامن عشر فى ازدواج انكسار الضوء

هو ان يحدث من حزمة ضوئية بعد انكسارها فى وسط حزمتان والذى اظهره هو المعلم هويجانس من نحو قرن ومن الاوساط التى يزدوج فيها الانكسار الاسبات الايرلاندى وهو بللور مكون من كاربونات الجلس واشتهر لذلك عن

بقية الاجسام لكونه اول ماشوهد فيه باحسن حال فاذا وضع مربع معين
من هذا البللور كالمرسوم فى الشكل (٢٣٠) بين العين والضوء ونظر منه
الى جسم رفيع كالابرة شوهد منه صورتان تأخذان فى الانفصال عن بعضهما
كلما بعدتا عن البللور فاذا ادير هذا المربع على حسب اسطحته تحركت
الصورتان بالتبعية لحركته على انتظام بحيث لو دار دورة كاملة لسقطت
احدى الصورتين على الاخرى مرتين اى لتلاقيتا مرتين ولو وضع المربع على
صحيفة ورق فيها نقطة سوداء شوهدت تلك النقطة نقطتين وكذا يشاهد كل
جزء من اجزاء الصحيفة جزئين وكذا الحال فيما لو رسم عليها بدل النقطة حلقة
صغيرة فان كانت كبيرة تلاقت صورتاها راكبة احداهما على الاخرى
بحافيتها ومثل ذلك يحصل لكل شكل رسم على تلك الصحيفة واذا استقبل
شعاع ضوءى على مربع معين مزدوج الانكسار لا يحصل لذلك الشعاع
ازدواج فى انكساره الا اذا استقبل على غير نقطة محور المربع واذا كان
البللور اكروماتيا كان الشعاع البازغ منه بسيطا ليس ملونا مثل الشعاع
الساقط ومحور المربع هو الخط المار من ب الى ن او من زاوية من زواياه
مقابلة لزاوية اخرى بالاتجاه المعين بحرفى ب ن ومتى انحرف الشعاع
الساقط على احد اسطحة المربع ولم يكن قريبا من المحور حصل فيه الانكسار
المزدوج وانقسم الى شعاعين احدهما يسمى الشعاع الاعتيادى وهو الذى
يتبع الخط الاعتيادى للانكسار اى الذى ينكسر فيه كما ينكسر فى كل وسط
وثانيهما يسمى الشعاع الغريب وهو الذى يتبع اتجاها مخالفا للاول بمعنى ان
زاوية انكساره لا توافق زاوية سقوطه فلو كان السطح عاموديا على محور البللور
لم يشاهد ازدواج الانكسار اذا استقبل الشعاع على صحيفة من الورق ويسمى
السطح حينئذ بالقطع الرئيس وذلك فيما اذا ادير المعين على جميع اسطحته
حتى صار وضعه عاموديا على المحور لان وقت سقوط احد خطى الشعاعين
على الاخر هو وقت مرورهما من القطع الرئيس فلا يرى الشعاع الا واحدا وبما
ذكرناه من ازدواج انكسار الشعاعين وانضمامهما جزموا بان محور البللور

بمنزلة مركز القوة منفرة للاشعة الساقطة على المعين اوجاذبة لها غيران هذه القوة تختلف باختلاف الجواهر المكسرة ففى بعضها يكون الشعاع القريب بعيدا اعنى منفرا عن محور الانكسار كما فى الزمرد والتورمالين ونحوهما وفى بعضها يكون الشعاع قريبا اعنى مقربا لهذا المحور كما فى الاسبات الازلاندى ثم ان من هذه الجواهر ماله محوران وهو الذى يقسم الشعاع الى شعاعين غريبين اعنى غير مطيعين لنواميس الانكسار الاعتيادية فلا يكون فيها معتادا كالطلق الابيض والبورق الطبيعى والياقوت الاصفر الذى يجلب من البرزيل فى الاميريكا والاراغونيت وهو حجر ميلمور ابيض واحمر او اخضر والغالب مغبش والابوايت وهو نوع من الياقوت الازرق وغير ذلك ومنها ماله محور واحد وهو الاسبات الازلاندى والتورمالين الذى يكون لونه فى الغالب اسود وفى بعض الاحيان سنجابيا والياقوت الاحمر والزمرد والمليت والزركون وغير ذلك وفى هذا الباب ثلاثة مباحث

المبحث الاول فى الميكروميتر اى مقياس الصغر

هو آلة يعرف بها اعظام المرءى ان كانت مسافته معروفة ومسافته ان كان عظمه معروفا وهو فى شكل (٢٣١) مكون من نظارة معتادة فيها منشوران تقا تلاث من البلور الازلاندى ل ل متصلان بعضهما ببعض بطبقة لطيفة من المصطكى الدمعية على حسب خط ا ب فى الشكل المذكور وكيفية الرؤية بهذه النظارة ان العين اذا كانت فى ا بين شاهدت شعاع المرءى فى ف ق ماراً فى المنشورين لكنه غير منكسر لكونه سقط عموديا على سطح دخوله فى وصل الى خط ا ب الذى هو محل اتصال المنشورين انقسم الى شعاعين احدهما اعتيادى ف ث وهذا يستمر سيره بدون زوغان والثانى غريب يسير منحرفا عن الخط العمودى الى ت د فاذا مر من شكل هـ انكسر ثانيا وبعد عن الخط العمودى ا س حتى يأتى ن ومثل ذلك يحصل فى بقية الاشعة المنبعثة من المرءى كشعاع ق ن فعلى هذا لو كانت

العين في ن لشاهدت المرئي بصورتين احداهما بواسطة الشعاع الغريب
ق ن وثانيتهما بواسطة الشعاع الاعتيادي ف ث الذي ينقسم
الى شعاعين كما انقسم الاول ق ن والذي يقاس به حركات ميل المنشور
الذي بواسطته يختلف القرب والبعد مسطرة فيها درج توفق على النظارة لتعلم
بها المسافة ان كان العظم معروفا والعظم ان كانت المسافة معروفة
والميكروميتر المذكور يستعمله البحريون لمعرفة مقدار بعد السفن القادمة
ونفع استعماله في الحروب ايضا وقد استعمله المعلم اراغو في فرانسا في قياس
القطر الظاهر للكواكب السيارة وهذا الاستعمال اجود الاستعمالات

المبحث الثاني في استقطاب الضوء

هو ان لا ينكسر الضوء مرة ثانية بمروره في منشور يحدث عنه ازدواج
الانكسار فهو ضد لازدواج الانكسار المذكور في الباب السابق لا ترى به
صورة المرئي الا مرة واحدة فلو انكسر الشعاع الضوئي او انعكس وكانت
زاوية سقوطه خمسا وثلاثين درجة وخمسا وعشرين دقيقة ثم مر في منشور به
يزدوج الانكسار ولو كانت زاوية سقوطه خمسا وثلاثين درجة وخمسا
وعشرين دقيقة لا يرى به الضوء ولا ينكسر ثانيا كما يحصل في الضوء الغير
المستقطب بقي علينا ان نبين الحالة التي يحصل فيها ذلك فنقول الحالة التي
لا يزدوج فيها الانكسار ولا ترى فيها صورة المرئي الا واحدة ان يكون القطع
الرئيس للمنشور عموديا او موازيا لسطح الانعكاس وما عدى هذين الوضعين
للمنشور يحدث عنه ازدواج الانكسار والحالة التي لا ينعكس فيها الشعاع
بسقوطه بزاوية مثل الاولى ان يكون سطح السقوط على الصحيفة الثانية
عموديا لسطح السقوط على الصحيفة الاولى وما عدى ذلك ينعكس فيه وذلك
لانه اذا استقبل الشعاع المزدوج الانكسار من مربع معين من الاسبات
الازلاندي وكان سقوطه منه عموديا على مربع من معين ثان كان القطع الرئيس
للاول موازيا للقطع الرئيس للثاني فلا ينقسم الشعاعان لان الشعاع الاتي من

الانكسار الاعتيادى للمعين الاول ينكسر الى شعاع اعتيادى فى المعين الثانى والشعاع الغريب فيه ينكسر الى غريب فى المعين الثانى فان لم يكن عموديا ثم لاقى القطعان الرئيسان للمنشورين على زاوية قائمة انكسر الشعاع الاعتيادى للمنشور الاول الى شعاعين غريبين فى المنشور الثانى والشعاع الغريب فى الاول يصير اعتياديا فى الثانى فلا تنشأ عنه صورتان فلو ادير احد المعينين ولو قليلا انقسم كل شعاع عند نفوذه الى شعاعين فينشأ عنه صورتان جديدتان وكلما ادير المنشور ازدادت الصورتان فى الوضوح ابتداء ثم اخذتا فى الخفاء حتى تزولا اذا تلاقى القطعان الرئيسان على زاوية مستقيمة كما كان فى الاصل فلو سقط شعاع ضوئى على مرآة من الزجاج على زاوية انفراجها خمس وثلاثون درجة وخمس وعشرون دقيقة اكتسب عقب انعكاسه خاصة شعاع غريب فاذا استقبل حينئذ على مربع معين من البلور الايسلاندى كان له وضعان لا يحصل له فيهما انقسام بمروره فى هذا المربع والوضعان المذكوران هما كون القطع الرئيس عموديا او موازيا لسطح الانعكاس ففى الاول يكون فى حالة الشعاع الغريب وفى الثانى يكون فى حالة الشعاع الاعتيادى فلو استقبل الشعاع الشمسى بعد انعكاسه من المرآة المذكورة على مرآة ثانية بزاوية سقوط كالاولى كان الضوء فى غاية شدته فلو لم يكن بالزاوية المذكورة بل كان سطح الانعكاس للمرآة الثانية عموديا على سطح انعكاس المرآة الاولى كان الضوء غير منعكس بالكلية كما علم مما سبق ان الضوء بالانكسار والانعكاس تكون له ظواهر مخصوصة بحسب الاوضاع التى تستقر عليها الاسطحة المعكسة له ومن تلك الظواهر الاستقطاب الذى حدث ظهوره فى عام سبعة وعشرين بعد الماتين والالف واول من استنبطه المعلم مالوس الاونه المشتغل بالمباحث الغريبة التى اوجبنا الكلام فيها هنا اول من وضح ما ظهر له من استقطاب الضوء قال ان الاجزاء الضوئية لا بد لها من قطبين كالاجزاء المكهربائية وانها فى الحالة الاعتيادية تكون مختلطة لا تميل لنوع دون نوع ولا لاحد القطبين دون الآخر وانما بمرورها فى البلورة تميل الى الاستقطاب وتدور

بهذا الميل الى اتجاه معين بحيث يصير بعض الاجزاء متجها الى القطع الرئيس وبعضها موازيا له وقد شبه المعلم المذكور هذه الحالة بالنتيجة الصادرة من تأثير مغناطيس قوى في ابر كثيرة دقيقة ممغطسة ومن ذلك استنبط اسم الاستقطاب

المبحث الثالث في الاستقطاب

هو تحرك الشعاع ليصير مستقطبا اى يتخذ له قطبا اذ من المشاهد انه متى وقع الشعاع على جسم يزدوج منه الانكسار لا ينقسم الى شعاعين الا بعد نفوذه في جزء من سمكه فتتحرك اجزاء الشعاع حركة تذبذبية من جميع جهات الاسطحة التى تنتظم فيها وهذه الحالة هى التى سماها المعلم بيوت بالاستقطاب المتحرك تمييزا له عن الاستقطاب الانتهائى المسمى عنده ايضا بالاستقطاب الساكن وذكر التجريبيات التى اوجبت هذا المعلم لذكره الاستقطاب يوقعنا في اسهاب لا يليق بحال هذا المؤلف

المبحث الرابع في الضوء المنبعث من الاجسام المحماة

اذا حمى الجسم الصلب حتى قارب الاحمرار خرج منه ضوء لا من سطحه فقط بل من سمكه ايضا فيكون جزء من هذا الضوء وهو المار في سمكه مستقطبا وهذا ما يحصل في الضوء المار في الغازات اى السوائل المرنة وضوء الشمس لا يكون مستقطبا لانه ليس مارا في جرمها بل هو آت من جو حار منتشر حولها بدليل انه شوهد بالنظارة المعظمة ان جرم الشمس اسود من المحال التى فيها هذا الجو خفيف جدا ومن ذلك قالوا ان الضوء الذى يسخننا وينورنا آت من هذا الجو لا من جرم الشمس وهذا ايضا احد الاسباب التى اوجبت القول بان الضوء والحرارة كيفيتان لسائل واحد هو الكهربائية

الباب التاسع عشر في عنصر الحرارة

عنصر الحرارة هو السبب الموجب لاحساس اعضائنا بالحرارة واذا سرى

في الاجسام سواء كانت آلية او غير آلية بدرجة ما تخلخل اجزاءها وغيرها الشيء
تاما ان يذيبها او يصيرها بخارا او يفصل عناصرها المكونة هي منها عن بعضها
وقد استمروا زمنا طويلا يقولون ان عنصر الحرارة بمنزلة سيال متميز عن الضوء
واكثر العلماء الطبيعيين في هذا العصر يعتبره مع الضوء بكيفية واحدة ويسمونه
بالاثير وهو غير قابل للوزن واذا امعن النظر في آخر الفصل السابق ولوحظ
كون الضوء لا يصل الينا من الشمس الا مصحوبا بالحرارة وكون شدته تنقص
بنقصان الحرارة في الفصول بل وفي اجزاء النهار وكون الضوء لا يظهر
في الاجسام الغير المضيئة الا بانتشار حرارة فيها عرف ان الحرارة والضوء سيال
واحد يظهر لنا بكيفيتين يعبر عن احديهما بالحرارة والاخرى بالضوء بل نقول
كما ذكرنا في مؤلفنا الذي في علم الكيمياء ان الكهربائية والضوء والحرارة سيال
واحد فان الكهربائية لا تقوم الا بالضوء والحرارة الا ترى الى الكهربائية
السحابية التي هي الصواعق فانها انما تظهر بضوء البرق المنذر بسريان الصاعقة
بل لو امعن النظر في وجه الشبه بين الكهربائية والمغناطيسية وان
للمغناطيسية قطبين كقطبي الكهربائية وانه يمكن تولد المغناطيس من تأثير
الكهربائية لعلم انه يمكن جعل المغناطيسية من متعلقات الكهربائية فتكون
الاربعة كيفيات يظهر بها شيء واحد غير قابل للوزن لا يمكن ادراكه الا
بظهور نتائجه ولا يمكن حصره في ظرف وحده لينفرد ويتأمل فيه وهذا الشيء
هو الذي سميناه بالاثير فالاربعة ليست الا كيفيات يظهر بها لا غير الا ان
لكل من هذه الكيفيات خواص تميزه عن الاخر

دليل عدم قابلية الحرارة للوزن

قد ذكرنا ان عنصر الحرارة كالضوء والكهربائية لا يقبل الوزن وبرهان ذلك
انك اذا وضعت جزءان متساويان من الماء ومن السولفوريك في دورق من
زجاج بان تضع الماء اولا ثم تصب الحمض في انبوبة من زجاج واصلة لقرار الماء
ليرسب الحمض لثقله ولا يمتزج بالماء ثم ترفع الانبوبة باحترام وتزن الدورق

بما فيه ثم ترجه ليمتزج الحمض بالماء فتحدث حرارة قوية ثم تزنه وهو فى هذه الحالة ثم بعد تبريده يوزن ثالثا فلا يظهر فرق بين الاوزان الثلاثة فيعلم ان الحرارة لا توزن وفى هذا الباب خمسة فصول الاول فى تمدد الاجسام بالحرارة الثانى فى سريان الحرارة الثالث فى الحرارة النوعية للاجسام الرابع فى تغيير الحرارة لحالة الاجسام الخامس فى تولد الحرارة والبرودة من ينبوعهما

الفصل الاول فى تمدد الاجسام بالحرارة

متى سرت الحرارة فى الاجسام مددتها بمعنى انه يزيد حجمها ما دامت فيها فاذا فارقتها رجعت الى حالتها فتنضم اجزاؤها وتبرد فاذا قيل ان الجسم برد فهم منه ان الحرارة تركته فالبرد على هذا ليس جسما بل هو تناقص مقدار الحرارة عما كانت ودرجة الحرارة فى الجسم عبارة عن المقدار الذى فيه من الحرارة وقد عملوا لتعيين مقدار الحرارة فى الاجسام مقياسا سموه الترمومتر ومعناه ميزان الحرارة وهو مؤسس على تمدد الاجسام من الحرارة ولنتكلم عليه هنا وعلى انواعه فنقول

المبحث الاول فى الترمومتر وانواعه

هو آلة اخترعت من مدة نحو قرن ونصف والمخترع لها اناس كثيرون منهم دربيل وسنكتوريوس وغيرهما على ما يأتى وكيفية عمل هذه الآلة ان تؤخذ انبوبة زجاجية قناتها دقيقة شعرية على نسق واحد فى جميع طولها ليشاهد تمدد السائل المنحصر فيها مشاهدة جيدة ثم يربط على احد طرفيها حوصلة من الصمغ اللدن ويحمى الطرف الثانى على مصباح نقاش حتى يلين فيضغط باليد على الحوصلة التى من الصمغ اللدن فى الطرف الاخر فينتفخ الطرف اللين ويصير على هيئة كرة او انتفاخ مستطيل ثم يترك لتبرد تدريجا والا كان سهل الانكسار وانما كان العمل كذلك دون النفخ بالفم لان بالنفخ تدخل الرطوبة فى الانبوبة ثم ان كان الغرض تحصيل مقياس بالزئبق يغلى الزئبق اولا ليكون نقيا ثم تسخن الانبوبة بامرارها على النار ليخرج منها الهواء والرطوبة

وينصب طرفها المفتوح سريعا فى ذلك الزئبق بعد تسخينه ان كان برهة
قليلة فنشاهد صعود الزئبق فى الانبوبة كلما بردت الكرة ثم يرفع طرف الانبوبة
من الزئبق وتسخن ثانيا من كرتها حتى يغلى الزئبق ويتصاعد البخار من طرفها
الانبوبة ويتصاعد جزء منه هنالك فيتحقق انه لم يبق فى الانبوبة شئ
من الرطوبة والهواء ثم تغمر الانبوبة ثانيا فى الزئبق المسخن من طرفها
المفتوح وهكذا اولو مرات عديدة حتى يصير الزئبق فوق الانتفاخ بمراحل مرتين
اوثلاثة ويتم ذلك فى بعض دقائق ثم يبادر بسد طرف الانبوبة قبل ان يدخل
فيها هواء فيمنع الزئبق عن تمدده فيها بعد وذلك بان يحمى ذلك الطرف على
مصباح نحاس ويجذب بملقاط بعد تمايل ويدق ثم تسخن الانتفاخ حتى يتمدد
الزئبق ويأخذ فى الخروج من ذلك الطرف الرقيق فيسد بسرعة وقت منع
دخول الهواء فعند ذلك توجه الشعلة الى رأس الطرف الذى يراد سده
البور لتنسد فتحة ذلك الطرف ثم تدرج الانبوبة اى ترسم عليها الدرجة على
ما يأتى وتدريجها يكون برسم نقطتين احداهما تجعل لدرجة حرارة
الجليد الذائب والثانية لدرجة حرارة الماء المغلى وذلك بان تغمر الانبوبة فى الجليد
الذائب ويعلم محل وقوف الزئبق بحزه بقطعة ماس او صوان ويرسم هنالك الصفر
ثم توضع فى ماء يغلى جدا مسخن الى درجة الغليان ويعلم محل وقوف الزئبق ايضا
ويرسم هنالك ١٠٠ ويلزم ان يكون البارومتر فى ذلك الوقت فى ٧٦
سنتيمتر على ما يأتى فى مبحث الغليان فان لم يكن ضغط الهواء فى ٧٦ عمل
الفرق على ما عرف فى باب البارومتر ثم تقسم المسافة التى بين الصفر والمائة مائة
جزء متساوية ويرسم اسفل الصفر واعلا المائة درجات مماثلة لتلك الاجزاء الى
نهايتى الانبوبة وذلك لاجل معرفة درجات الحرارة التى تكون فوق المائة
وتحت الصفر وهذا هو مقياس الحرارة المئينى المسمى بمقياس سلسيوس وهو
اكثر المقاييس استعمالا اما مقياس ريومور ودولوك فهو كالاول عدا ان درجاته
ثمانون وعلامة ما فوق الصفر هى علامة الزيادة هكذا +. وما تحت الصفر هى
علامة النقص هكذا − فاذا كان الترمومتر فى خمس وعشرين درجة

فوق الصفر فليكتب هكذا ٢٥ × ٠ او في عشر تحت الصفر فليكتب هكذا
١ ـ ٠ ولك ان ترسم العلامة قبل العدد فيكتب المثال الاول هكذا
× ٢٥ والمثال الثاني هكذا ـ ١٠ وارقام الدرجات اما ان ترسم
على اللوح المثبتة عليه الانبوبة او على صفيحة من نحاس بجانبها او على ورقة
تلف وتوضع في انبوبة اخرى بجانبها ويستدل على درجات الحرارة بارتفاع
الزئبق وانخفاضه هذا واغلب اهل الانكليترا يستعملون مقياس فاهرنيت
الذي يكون الجزء العلوي منه دالا على درجة الماء المغلي والصفر دالا على
درجة برودة تساوي اربع عشرة درجة تحت الصفر من المقياس المائيني
والبرودة المذكورة تحصل من خلط الثلج بملح الطعام وهذا المقياس تنقسم
درجاته الى مائتين وثنتي عشرة درجة فالصفر من المقياس المائيني يقابل
ثنتين وثلاثين من هذا المقياس * ومن انواع الترمومتر المنسوب للمعلم دليل
وهو منقسم الى مائة وخمسين درجة وابتداؤه المرسوم عليه الصفر من اعلا
ونهايته المرسوم عليها المائة والخمسون من اسفل والمقابلة بين هذه المقاييس
سهلة بطريق النسبة فان الدرجة الواحدة من المائيني تساوي اربعة اخماس
درجة من مقياس ريومر لان الثمانين اربعة اخماس المائة فاذا رقم ذلك
بالطريقة الهندسية رسم هكذا ٨٠ : ١٠٠ : : ٤ : ٥
ويقال نسبة ثمانين الى مائة كنسبة اربعة الى خمسة وتساوي تسعة اخماس
درجة اعني درجة واربعة اخماس من مقياس فاهرنيت ويرسم هكذا
١٠٠ : ١٨٠ : : ٥ : ٩ فيقال نسبة مائة الى مائة وثمانين
كنسبة تسعة الى خمسة وتساوي درجة ونصف من مقياس دليل ويرسم هكذا
١٥٠ : ١٠٠ : : ٣ : ٢ فيقال نسبة مائة وخمسين الى مائة كنسبة
ثلاثة الى اثنين وتحويل عدد معين من درج مقياس ريومر الى درج المائيني
يكون بضرب ذلك العدد في اربعة اخماس وتحويل عدد معين من درجات
مقياس فاهرنيت الى درج المائيني يكون باسقاط ثنتين وثلاثين اولا ثم ضرب

الباقى فى تسعة اخماس والى درجات مقياس دليل يكون بضرب العدد فى
اثنين لكن من حيث ان التدريج فيه نازل من اعلى الى اسفل يكون بطرح ثلث
الدرجات من مائة فتسع درجات من مقياس فاهرنهيت تساوى خمس
درجات من المائنى واربعا من مقياس ريومور وسبع درجات ونصف من
مقياس دليل تساوى خمس درجات من المائنى واربعا من مقياس ريومور هذا
وجميع السوائل وان كانت تنفع فى عمل مقياس الحرارة الا ان المختار منها
الزئبق والالكول لكون الاول يتمدد فى جميع درجات الحرارة باستواء سيما
من بعد السادسة والثلاثين الى المائة ولكونه لا يغلى الا من درجة ثلثمائة
وخمسين من المقياس المائنى بل ينبغى ان يعمل مقياس [illegible] ماقرب من هذه
الدرجة المرتفعة جدا فان بخاره المرتفع منه حينئذ يكون [illegible]
فلذلك اختير لان يجعل مقياسا للحرارة المرتفعة جدا والا [illegible]
الا فى الدرجة الاربعين والالكول لا يتجمد بواسطة من الوسائط المعلومة الى
الآن ولا فى درجة ثمان وستين التى هى شدة البرد المتحصل من [illegible]
الاسيد سولفوريك الغير المائى بخار اختير سيما لان المقاييس المعدة لتعيين
درجات البرد المنخفضة جدا والعادة ان يلون بالعل ونحوه لسهولة مشاهدة
جريانه فى الانبوبة واكثر المقاييس احساسا واقواها دلالة على [illegible] واتمها
ما كانت انابيبه دقيقة القناة ومستودعها مستطيلا قليل السعة [illegible]
فيها تاثير سريعا من درجة الحرارة ولكون الدرجات فيها كبيرة [illegible] فى
تغيير يحصل فى درجة من الدرجات يظهر بسهولة فتسهل معرفة كسور
الدرجات منها ومن حيث ان هذه المقاييس لا يمكن تدريجها الا لخمس عشرة
درجة او عشرين فينبغى للانسان ان يحصل [illegible] من خمس
درج تحت الصفر الى عشر فوق الصفر وبعضها من عشر الى ثلاثين وهكذا [illegible]
ان من انواع هذه المقاييس المقياس بحرارة الهواء المرسوم صورته فى الشكل
(٢٣٢) وهو انبوبة مدرجة [illegible]
[illegible] من الزئبق [illegible]

على حسب تمدد الهواء المحصور فى الجزء الكروى منه وانقباضه وتمدد الغازات وانقباضها يكون فى جميع درجات الحرارة على حد سواء مالم تكن درجات الحرارة مرتفعة جدا كما سنذكره وكيفية ادخال الهواء اليابس فى هذه الانبوبة ان تملأ اولا من الزئبق ثم توفق فتحتها على فتحة انبوبة اخرى اوسع منها يكون فيها مقدار من كلورور الكاسيوم لانه جسم كثير الشراهة للماء وفيها ايضا سلك من حديد يدخل طرفه فى فتحة الانبوبة الاولى ثم يمال الجهاز حتى يكون بحيث لو تحرك السلك الحديد منه لقطر الزئبق من تلك الانبوبة شيأ فشيأ ودخل مكانه الهواء اليابس حتى لا يبقى فى الانبوبة الصغيرة الا قليل من الزئبق كنقطة ز ثم يوضع مع الانبوبة الصغيرة مقياس زئبقى معتاد فى ماء ويسخن تدريجيا وكلما ارتفع الزئبق فى المعتاد درجة علم على الهوائى درجة ثم تقسم تلك الدرجة الى كسور درجات * ومن مقاييس الحرارة المقياس الاختلافى المنسوب للمعلم ليلى الطبيعى الايكوسى منسوب الى الايكوس بمملكة الانكلاتيرا وهو مقياس هوائى ايضا مكون من انبوبة منحنية الى شعبتين فى رأس كل شعبة كرة كالمرسومة فى الشكل (٢٣٣) وفى احدى الشعبتين عمود من الاسيد سولفوريك مصبوغ باللعل يمنع استطراق الهواء بين الكرتين فمتى كانت حرارة الكرتين واحدة كان ارتفاع الحامض فى جانبى الجهاز واحدا وهذا المقياس مثبت على لوح ص ر له جزء قائم تثبت عليه الشعبة ب المسماة بالشعبة البورية ويرسم على هذا الجزء درجات كل عشرة منها تساوى واحدة من المائينى وهذا المقياس قوى الحس جدا فان ادنى زيادة فى درجة حرارة الكرة البورية يمدد الهواء المحصور فيها فيخفض الحامض ولذلك كان يدرك بهذا المقياس الفرق الواهى جدا فى درجات الحرارة * ومن مقاييس الحرارة المقياس المنسوب لريفور وهو كالسابق غيران مقياس الحامض فيه قليل كبعض نقط فمتى حصل ادنى تغير فى درجة الحرارة جرى الحامض سيما فى الجزء الافقى ص ث الذى هو فى هذا المقياس اطول من الشعبتين العموديتين والدرجات مرسومة

عليه لا فى احدى العموديتين كما فى السابق * ومن مقاييس الحرارة ايضا
مقياس الزيادة والنقصان معا وهو مقياس يتبين به نهايتا حرارة الجو فى
الزيادة والنقصان فى مدة معينة كيوم او شهر او سنة واحسن اصناف هذا
المقياس ما هو منسوب للمعلم روثيرفورد وهو مركب من انبوبتين منفردتين
عن بعضهما كل واحدة منثنية من احد طرفيها او منتهية بكرة كما يرى فى
الشكل الثانى من نمرة (٢٣٣) يثبتان جدا ببعضهما على لوح وفى اولاهما
التى من ب الى ه زئبق وفى الثانية التى هى من ن الى ص
الكحول وفى الاولى اسطوانة صغيرة من الحديد او الفولاذ تجرى فى قناتها فاذا
اريد تشغيل هذه الآلة وجهت الاسطوانة نحو الزئبق حتى تمسه ثم يرى الانبوبة
هكذا افقيا فاذا تمدد الزئبق من زيادة الحرارة دفع امامه الاسطوانة واذا انقبض
من نقصان الحرارة ذهب الى جهة ص وترك الاسطوانة فى المحل الذى
كانت اندفعت اليه وبذلك تدل الاسطوانة على مقدار ما زادت به الحرارة من
الدرجات لانه يوجد بحذاء الانبوبة درجات مثل التى فى المقاييس المعتادة فاذا
ترك هذا المقياس مدة شهر مثلا كانت النقطة التى وقعت عليها الاسطوانة
درجة ارتفاع الحرارة فى هذا الشهر واما الانبوبة الثانية المحتوية على الالكحول
فتبين ما نقصت به درجات الحرارة فى هذه المدة وذلك لان الاسطوانة التى هى
هنا من المينا فى باطن السائل والتى هى هناك من الحديد فوق الزئبق
والاسطوانة التى من المينا تجرى بسهولة فى السائل ثم انه اذا اريد
تشغيل هذه الآلة تجعل رأس الاسطوانة مساوية لسطح السائل فاذا [illegible]
درجة الحرارة وتقلص السائل جذب معه الاسطوانة نحو جهة ى واذا
ارتفعت جرى السائل حوالى الاسطوانة مبتعدا وتركها فى المحل الذى جذبها
اليه اولا عند تقلصه فجانب الاسطوانة حينئذ يبين درجة نزول الحرارة بواسطة
الدرجات المرسومة بحذاء الانبوبة وما تقلص الالكحول جذب الاسطوانة
الى جهته فعلى هذا تكون الاسطوانة دائما باقية فى المحل الذى جذبتها اليه
درجة من درجات الحرارة

المبحث

المبحث الثاني في تمدد الغازات

رتمدد الغازات في كل درجة من درجات الحرارة واحد فقدار تمدده
درجة الثلاثين كمقدار تمدده في الدرجة الاربعين ويمكن ان يكون سبب
ذلك كون طبيعة الغازات لا تتغير اى لا تتحول من حالة الى حالة اخرى بخلاف
الاجسام السائلة والصلبة فان الصلبة قد تتحول سائلة وبالعكس والابخرة
مادامت لم ترجع لحالة السيولة هى كالغازات منقادة للتمدد المذكور
والمقدار المذكور لكل درجة من المقياس المائتى ٣٧٥ ٠٠ ر ٠
من حجمها فقدار جملة التمدد من الصفر الى المائة ٣٧٥ ر ٠ وذلك اذا
كان الضغط الجوى على مجراه الطبيعى والمعلم غايلوساك هو اول من اثبت
ذلك بمقياس الحرارة الهوائى وذلك انه ادخل هذا المقياس فى ثقب فى جانب
اناء من تنك مملوء نصفه من الثلج الذائب وكان المقياس اذذاك محتويا
على كمية من الهواء معلومة له ووضع بجانب المقياس الاول مقياسا زئبقيا
وغمره فى الثلج معه ليكونا فى درجة حرارة واحدة ثم سخن الاناء شيأ فشيأ
فكان يشاهد درجات حرارة الهواء المحصور فى المقياس الاول وامكنه بذلك
تعيين تمدد هذا الهواء

المبحث الثالث في تمدد الاجسام الصلبة

متى حميت الاجسام الصلبة اوسخنت باى كيفية كانت تمددت ويسهل
تحقيق ذلك بان يقاس قضيب من الحديد باردا ثم محميا فيظهر فيه بعض فرق
فى الطول والعرض ولو احكمت كرة معدنية على قدر حلقة معدنية ايضا
وكانت الكرة تمر من الحلقة ملاصقة لجدرانها وهى باردة لا تمر منها لو سخنت
اوحميت والتمدد فى الاجسام الصلبة قليل لعظم قوة التماسك فيما بين الاجزاء
ومقدار التمدد المذكور يكون واحدا من الصفر الى المائة فقط واما من بعد
المائة فيأخذ فى الزيادة فقدار تمدده فى الدرجات التى بين المائة والمائتين يزيد
عن مقدار تمدده فى الدرجات التى بين الصفر والمائة وكلما قربت هذه الاجسام

من نقطة الذوبان كان تمددها اكثر وقد ذكرنا في مبحث التمدد ان قوة التمدد والانقباض شديدة جدا فينبغي ان ترتب الصنائع والابنية على كيفية بها تمكن الاجسام المعدنية الداخلة فيها من التمدد والانكماش وبذلك منافعها المرادة منها ولذلك احتاجوا الى تعديل جدول الساعة كما يأتي آنفا لئلا يختل عمله بتمدد الجسم المكون هو منه وهذا جدول تمدد الاجسام على رأى لافوازييه ولابلاس فكل درجة من درجات المقياس المائتي يتمدد الجسم فيها بالكسور التي تحت الشرطة من الواحد الذي فوقها

حديد	فولاذ	فولاذ مسقى	نحاس احمر	نحاس اصفر
$\frac{1}{٨١٩٣٧}$	$\frac{1}{٩٢٦٦٤}$	$\frac{1}{٨٠٦٧٤}$	$\frac{1}{٥١٢٢١}$	$\frac{1}{٥٣٢١٥}$
فضة نقية	فضة عشرها نحاس	بلاتين	ذهب	
$\frac{1}{٥٢٣٥٣}$	$\frac{1}{٥٢٣٩٢}$	$\frac{1}{٢١٦٧٤٨}$	$\frac{1}{٦٨٣٠٢}$	
رصاص	قصدير انكليزي	انابيب زجاج	بللور بحرى	
$\frac{1}{٣٥١٠٠٨}$	$\frac{1}{٤٩١٣٢١}$	$\frac{1}{١١٤٦٨٠}$	$\frac{1}{١٢٤٨١٤}$	

الكلام على تعديل الجدول

الجدول كامر قضيب معدني في اسفله عدسة ثقيلة يحصل دائما بدوره تعاقب وهو الذي عليه مدار سير الساعات ولكونه من الاجسام التي تتمدد بواسطة الحرارة فلابد ان يطول ويقصر على حسب تغيرات الحرارة فتبطئ مدته او تعجل فتتقدم الساعة او تتأخر احتاجوا للتعديلة بالتفاضل في فروق تمدد المعادن وتعديل بعضها ببعض بالطريقة المرسومة في رسمها في الشكل (٢٣٤) فان القضيبين اللذين من الحديد بهما ب ب من الخارج والقضيبين من النحاس ن ن من الداخل فاذا انضم قضيبا الحديد الى الاسفل لطال

قضيبا النحاس الى الاعلا لانهما مطلقان فى نقطة ط فاذا انزل الحديديان
البندول الى اسفل بمقدار اصعده النحاسيان بذلك المقدار الى اعلا فيتعادل
وعدسة ص المعلقة فى قضيب ط د تمر بدون عائق الى نقطة د
فى الشعبة الحديدية المعترضة ب ب وبتنزيله على هذه الحالة يكون تمدد
النحاس مقابلا لتمدد الحديد فيتعادلان وسبب وضع القضيبين النحاسيين فى
وسط الجهاز وقصرهما كون تمددهما اكثر من تمدد الحديد فعلى هذا اذا
جعلت اطوال القضبان على حسب تمددها حصل من ذلك ساعات متقنة
لا خلل بها وبهذه الطريقة اتقنت صناعة الساعات المسماة كرونوميترا اى
ميزان الزمان لكن المستعمل فيها بدل القضبان صفايح تثبت فوق بعضها ببرم
والصفايح كالقضبان تتمدد من درجات الحرارة وتمددها يكون بانحنائها قليلا
فيكون التعادل بينها فى هذا الانحناء وعلى هذه الاصول صنعت انواع
الكرونوميتر المنسوب الى بريجيه البديعة الاتقان بحيث لا يفرق سيرها عن
سير النجوم فى مدة السنة زيادة عن ثانية وصنعت ايضا ساعات كاملة
فى الاتقان

الكلام على تيرمومتر بريجيه

هو آلة معدنية ذات احساس عظيم مكونة من شريط معدنى عرضه من جزء الى
جزئين من ميللى ميتر وذلك الشريط مكون من ثلاثة اشرطة واحد من
الفضة وواحد من الذهب وواحد من البلاتين والذى من الذهب بين الاخرين
لالتصاقهما به وبالتحام الصفح بالمصفاح ليتساوى سمكها حتى تصير جزءا
من خمسين جزءا من المليميترا او من مائة تقريبا ولذلك كانت الآلة المكونة
من هذا الشريط تكتسب حرارة الهواء بمروره عليها وتحصيل سطح واسع فى
مسافة صغيرة من هذا الشريط يحتاج لان يلف على هيئة حلزون كما فى الشكل
(٢٣٥) ويربط من اعلاه بقطعة من النحاس ح ح ويجعل فى جزئه
الاسفل عقرب ساعة ن خفيف جدا يدور على وجه ساعة مرسوم عليه

درج ويكون هذا الوجه حلقة يجول فيها الهواء من محل جهة بسهولة ويغطى جميع ذلك بناقوس من زجاج ليصونه عن الاضطراب من الهواء الظاهر ومن حيث ان تمدد البلاتين والفضة مختلف فينشر الحلزون ويلتوى على حسب تغير درجة الحرارة ويحرك العقرب على وجه الساعة [illegible] تغيرات الحرارة ويرسم المدرج على هذه الآلة بحيث تكون مقابلة لسير [illegible] الترمومتر القوى الحركة المعتاد

المبحث الرابع فى البيرومتر اى مقياس حرارة النار الشديدة

البيرومتر آلة لقياس درجات الحرارة المرتفعة جدا فاذا زادت قطعا على ان الزئبق وليس لشئ من انواع هذه الآلة ضابط محقق فى تقدير [illegible] الاستعمال [illegible] ولا تنفع فى الصنائع الا لمعرفة درجة [illegible] او درجة [illegible] الحرارة تقريبا بدون تحقيق للدرجة الحقيقية واسهل انواع هذه الآلة فى الاستعمال ما هو منسوب للمعلم بروينار المرسوم صورته فى الشكل (٢٣٦) وكيفية استعماله ان يركب قضيب طويل من حديد [illegible] والصينى فتمدد الحرارة [illegible] فى [illegible] القضيب المستعرض [illegible] المتحرك [illegible] على محوره [illegible] ينزل عقرب [illegible] بحركة ارتفاع وانخفاض على ربع وجه الساعة [illegible] المدرج المصنوع من الطين الابليز ايفصل تأثره من الحرارة [illegible] بواسطة درجة الحرارة الى [illegible] الصينى بهذه الحرارة [illegible] يلزم ان تكون الحرارة اللازمة لتحصيل الصينى الجيد فى الدرجة التى يقف عليها العقرب * واما بيرومتر المعلم وجوود فوسس على [illegible] مخصوصة بعض انواع الطين الابليز وهى انكماشه من الحرارة [illegible] جيدا وصنعت منه قوالب اسطوانية قطر القالب منها ٧ [illegible] ١٢ ميللى ميتر وطوله من ١٤ الى ١٥ ميللى ميتر ونشفت فى محل درجة حرارته مائة ثم سخن قالب منها بدرجة حرارة ما فكان انكماشه على حسب درجة تلك الحرارة فعمل وجوود آلة هذه لقياس مقدار ذلك الانكماش

والآلة المذكورة مكونة من مسطرتين من نحاس او من بلاتين مربعتان نعان على صفيحة معدنية على وجه به يكون ما بينهما قناة طولها ٦٠٩ من ميلي ميتر يقسم الى ٢٤٠ جزأ هي درجات هذه الآلة ومدخل هذه القناة ٧ ر ١٢ من ميلي ميتر ومنتهاها الضيق تدريجا ٦٢ ر ٧ من ميلي ميتر فاذا سخن قالب من هذه القوالب وادخل في القناة ووصل الى درجة من المائتين والاربعين كانت تلك الدرجة هي الحرارة التي اكتسبها الابليز لكن لا يعلم ان هذه الدرجة توافق اى درجة من المقياس المائيني فان وجوود انما قال على سبيل الفرض ان صفر البيرومتر يقابل ٥٨٠ درجة من المقياس المائيني وكل درجة من البيرومتر تقابل ٧٢ درجة من المائيني ولم يكن هنا طريق لتحقيق هذا الفرض واذا اريد تقصير هذه الآلة جعلت القناة قناتين بزيادة مسطرة ثالثة توضع بجانب احديهما فيكون مجموع الفضاءين اللذين بين المساطر هو القناة وما للقناة من المدخل والمنتهى والتقسيم يجعل للقناتين

المبحث الرابع في تمدد الاجسام السائلة

تمدد السوائل من الحرارة اقل من تمدد الغازات واكثر من تمدد الاجسام الصلبة وتمددها يزيد كلما قربت من درجة الغليان لكنه لم يعرف لتمددها ناموس عام ينبني عليه مقدار التمدد في الدرجات فاذا اريد ذلك فلتصنع جملة من افراد الترمومتر ويجعل كل واحد منها السائل مخصوص وكلها تدرج بدرجة واحدة ثم تسخن كلها معا بان توضع كلها في ماء ويسخن فيرى تمدد سوائل افراد الترمومتر مختلفا في كل درجة من درجات الحرارة فاذا فرضنا ان تمدد الزئبق الذي ذكرنا ان تمدده اكثر انتظاما من بقية السوائل يكون في كل درجة من درجات المئيني $\frac{1}{5550}$ من حجمه اذا كان في الصفر علم ان تمدده في كل درجة من الصفر الى درجة غليان الماء هو هذا المقدار واما الماء فنهاية كثافته الى اربع درج فوق الصفر ومن بعد هذه الدرجة يأخذ في التمدد

كما سخن

الفصل الثانى فى سريان الحرارة

سريان الحرارة فى الاجسام اما من بعض اجزاء الجسم الى البعض الآخر وهذا
يكون من خاصية الاجسام فى توصيلها الحرارة واما من جسم لجسم آخر بعيد
البعد بينهما وهذا يكون من تشعع الحرارة ولنتكلم على كل منهما على حدته
فنقول

المبحث الاول فى توصيل الحرارة

توصيل الحرارة خاصة فى بعض الاجسام بها تنتقل الحرارة من سريانها من
بعض اجزاء الجسم الى البعض الآخر والاجسام بذلك على نوعين منها ما هو
موصل جيد ومنها ما هو موصل غير جيد فمن الاول الحديد فانه اذا احمى
قضيب طوله من قدم الى قدمين وسخن احد طرفيه سخن الطرف الآخر سريعا
ومن الثانى الخشب والفحم فان سريان الحرارة فيهما قليل جدا حتى يمكن
مسهما من قرب المحل الملتهبان منه ومثلهما الجواهر الترابية والمواد
الزجاجية والنباتية والحيوانية والارضية الغير المعدنية فكلها موصلات
غير جيدة فى ذلك واما المعادن فكلها موصلات جيدة واولها الذهب وآخرها
الرصاص والفضة والنحاس فى جودة التوصيل مقدمان على الحديد واذا
اردت معرفة فرق التوصيل فى جملة اجسام خذ علبة من [illegible]
فى جوانب جدرانها قضبانا اسطوانية متساوية الحجم من جواهر مختلفة
ثم غط القضبان بطبقة خفيفة من الشمع ثم صب فى العلبة ماء وهو فى حال
الغليان فتجد سريان الحرارة فى القضبان واذابتها للشمع من بعد كثير او قليل
يكونان على حسب تفاوتها فى التوصيل والسوائل موصلات غير جيدة
بدليل انها لا تسخن جيدا الا اذا كانت فوق النار لانها تعلو بخلاف نحو الحديد
فانه يسخن اذا وضع تحت النار واذا وضعت السوائل على النار فهذا ارتفاع

الاجزاء الساخنة منها الى اعلا فسخونة السطح العلوى من الاجزاء المرتفعة من الاسفل لا من قوة التوصيل ويمكن تحقيق عدم التوصيل فى السوائل بان يؤتى بكوب مثقوب من جانبه ويدخل فى الثقب تيرموميتر صغير حتى يصير مستعرضا فى جوف الكوب ثم يملأ الكوب ماء حتى يعلو فوق التيرموميتر بخط او خط ونصف ثم يوضع فوق الماء مقدار من الالكول او الايثير ويلهب فلا يرتفع التيرموميتر الا قليلا ولو استمر اللهيب فوقه مدة طويلة بامدادا الالكول او الايثير الملتهب بمقدار جديد يصب على الموجود بواسطة انبوبة وارتفاع التيرموميتر يمكن ان يقال انه من سخونة جدران الاناء واما عدم التوصيل فى الغازات فلا يمكن تحقيقه لان كثرة اصطراب اجزائها صعودا وهبوطا ودورانا تمنع من امتحانها بالتجاريب اللازمة

المبحث الثانى فى تشعع الحرارة

اذا انطلقت الحرارة من الاجسام سرت متشعة الى بعد ما من جميع الجهات فاذا وجهت اليد جهتها احست بحرارة منطلقة من الجسم مع بعدها عن ذلك الجسم فلو كانت الحرارة شاخنة للجسم قوية بحيث تضيء انطلقت منها اشعة ضوئية واشعة حرارية معا وشدتهما وضعفهما يحصلان معا فى ان واحد وقد تبقى اشعة الحرارة بعد اشعة الضوء زمنا ما واشعة الحرارة كاشعة الضوء تنعكس من الاجسام الملسا الغير الشفافة وزاوية الانعكاس فيها مساوية لزاوية السقوط على ما مر فى الضوء والدليل على انطلاق الحرارة على هيئة اشعة وانعكاسها انك اذا وضعت مرآتين معدنيتين مقعرتين مصقولتين جدا كالمرسوم عليهما د ف فى الشكل (٢٣٧) قبالة بعضهما بحيث يكون قطباهما متقابلين وجعلت المسافة بينهما من متر بن الى ثلاثة ووضعت فى بورة احديهما ط فحم متقد وفى بورة الثانية ص صوفان او بارود او نحوهما من الجواهر السهلة الاتقاد اتقد ذلك الجوهر بعد برهة لطيفة وذلك انما حصل من انطلاق الاشعة الحرارية

من ط ووصولها الى مرآة د ثم انعكاسها منها على حسب اتجاه لـ ووصولها الى مرآة ف ثم اجتماعها فى بورة ص وليس ذلك [illegible] وصول الحرارة باستقامة من ط الى ص لان الصوفان ان كان بعيدا عن بقيراط لا يتقد وهذا دليل انعكاس الاشعة الحرارية ودليل انه يكسر الاشعة الضوئية معها انك اذا وضعت مصباحا فى ط وفى ص مرآة [illegible] شاهدت فى المرآة شعلة ذلك المصباح [illegible] فى [illegible] القطبين متقابلين وقد يوضع بدل الفحم المتقدم ذكره [illegible] ولو وضع بدل الفحم اناء مملوءا فى درجة الغليان [illegible] الحرارة لا للاتقاد ولظهر ذلك فى الثيرمومتر الهوائى [illegible] اذا وضع فى بورة ص [illegible] الاشعة [illegible] ولا [illegible] لا تجاهها بل لو وضعت صفيحة صغيرة من زجاج بين البورة والمرآة [illegible] لم تمنع سريان الاشعة الا من جزء لطيف ولا يسخن الزجاج الا يسيرا واذا نزل الثيرمومتر الذى فى بورة ص لا ينزل الا قليلا واعلم ان الحرارة لا تنعكس جيدا من المرآتين العاكستين الا اذا كان التقابل بين قطبيهما [illegible] وكان صقلهما جيدا ايضا لان القوة المكسة فى الاجسام [illegible] درجة صقالتها بضد القوة الشربية فما زادت به احدى هاتين القوتين فى جسم نقصت به فيه الاخرى فلو وضع فى بورة ط بدل الجسم [illegible] من [illegible] التيرمومتر الموضوع فى بورة ص بعد بعض دقائق و [illegible] دليل على ان هذه القوة تولد سيالا مبردا والتيرمومتر الذى هو [illegible] الاجسام التى حوله [illegible] من حرارته ما زاد عن درجة حرارة [illegible] فى الدر [illegible] حرارة من طبعها انها تميل دائما للموازنة فى الاجسام فتبعث اشعتها من بعض الاجسام الزائدة فيها الى الاجسام الناقصة هى فيها

المبحث الثالث فى القوة العاكسة للحرارة

كلما خشنت الاجسام ومال لونها الى السواد كان تشربها للحرارة اكثر

واذا ملأتهما ماء سواء ترى ويشاهد ذلك فيما لو اخذت علبة ذات اسطحة صقيلة
مختلفة اللون وملأتها ماء مغليا ثم قربت لكل من اسطحتها تيرموميترا
هوائيا فانك تجد الحرارة منطلقة من السطح الاسود منها اكثر من الابيض
ولو سترت وجه المرآتين العاكستين المرسومتين فى الشكل (٢٣٧)
بالهباب لم يجد فيهما انعكاسا اصلا وحيث كان لالوان الاجسام دخل فى قوة
ابراز الحرارة وقوة عكسها وكذا اصقالتها فالجيدة الصقالة ضعيفة الابراز
قوية العكس كانت فى الاجسام متفاوتة فاذا قدرت القوة العاكسة فى النحاس
الاصفر بمائة كانت فى الفضة تسعين وفى القصدير المرقق ثمانين وفى الفولاذ
سبعين وفى الرصاص ستين وفى الزجاج عشرة واذا دهن بالزيت خمسة وفى
الهباب صفرا ولكون قوة ابراز الحرارة فى الاجسام السوداء اكثر وقوة
تشربها فى الصقيلة اكثر تجد السودان يتحملون الحرارة اكثر من غيرهم سيما
عند لمعان اجسادهم من الدهن المعتادلهم

الكلام على تبريد الاجسام

سرعة فقدان الحرارة من الجسم المسخن تكون اما على حسب برودة الوسط
الذى هو فيه او على حسب كثرة اجزاء الاجسام الملامسة له او اقربية منه
بالنسبة لكتلتها او على حسب قوة التشرب فى اسطحتها ولذا تجد الجسم المندمج
الصقيل كالزجاج ابرد الاجسام التى حوله ولو كان الجميع فى درجة حرارة واحدة
وماذلك الا من كثرة اجزائه بالنسبة لكتلته فان اليد اذا وضعت على الرخام
لامست من اجزآئه عددا كثيرا لاتلامس مثله لو و[illegible] جسم اقل
اندماجا منه ولذا يختلس من اليد حرارة اكثر من غيره [illegible] جسام فى
الفضاء يكون بتشعع حرارتها على الجدران الحاصرة لمسافة الفضاء

المبحث الرابع فى موازنة الحرارة

موازنة الحرارة استوآؤها فى الاجسام المتقاربة لبعضها فاذا اختلفت
فى جسمين وكان بينهما مسافة قريبة تقاسما مازاد به احدهما حتى تتوازن

فيهما فان لم يكن بينهما مسافة تقاسماها بالاول ولذا نكتسب من الاجسام
التي تلامسها حرارة او برودة نكتسب منها هي ايضا ذلك ومن ذلك ما يحصل
لنا عند الدخول في السراديب التي تكون درجة حرارتها دائما واحدة فتظهر
لنا في الصيف باردة وفي الشتاء ساخنة وما ذاك الا لمخالفة درجة هوائها
لدرجة هواء الجو الخارجي وطلب الحرارة الموازنة

الفصل الثالث في الحرارة النوعية

هي كون الجسم بدرجة حرارة لا ينتقل عنها او يصل الى درجة اخرى الا بكمية وله
كمية من الحرارة وانها مختصة التي ينتقل بها تختلف في انواع الاجسام فتصير
الاجسام في درجة واحدة ولذا يسمى ذلك بالحرارة النوعية ويسمى ايضا بسعة
الاجسام للحرارة وسعتها للحرارة الخاصة بها تأخذها الاجسام لتصل الى درجة
معينة من الحرارة فينتج من ذلك انه اذا اريد توصيل جسمين الى درجة مائة
فوق الصفر لزم لكل منهما كمية حرارة مختلفة عن كمية حرارة الآخر وان سعة
الحرارة في اكثر هذه الاحوال دائما مختلفة لاجل الوصول الى درجات
الحرارة المختلفة مثال ذلك الحديد فانه يحتاج في انتقاله من الصفر الى درجة
عشرة فوق الصفر كمية من الحرارة وفي انتقاله من مائة الى مائة وعشرة الى كمية
زائدة عن ذلك وفي انتقاله من مائتين الى مائتين وعشرة كمية زائدة عن ذلك
ويتأتى من ذلك كونه لا ترتفع درجة حرارته في كل مرة الا عشرة فقط بل يحتاج
من الحرارة اكثر وهذه الحالة يقال لها السعة المتزايدة ولاجل معرفة النسبة
بين سعة الاجسام المعينة واستعدادها للحرارة اخذوا سعة الماء واحدا ليجعل
اصلا ينسب اليه ولنذكر طرق ذلك فنقول

الكلام على طرق تعيين سعة الاجسام للحرارة

لتعيين سعة الاجسام للحرارة عدة طرق منها الطريقة المزج وتعمل بين جملة
اجسام فلو مزج كيلوجرام من الماء درجته ٧٥ + [illegible] ١ كيلوجرام
من الثلج درجته صفر لحصل اثنان من كيلوجرام من الماء في حرارة [illegible] لان

الخمس والسبعين درجة حرارة الماء لا تنفع الا فى احالة الثلج الى الماء فلا يتأثر منها الترمومتر ولذلك سميت بالحرارة الكامنة واذا مزج كيلوا جرام من الماء درجته ١٥ × ٠ بمثله من الماء درجته ٤٥ × ٠ حصل اثنان من كيلو اجرام من الماء فى درجة ٣٠ × ٠ فينتج من ذلك ان سعة الماء للحرارة فى هذه الدرجات دائما واحدة لا تتغير ولو مزج رطل من الزئبق درجته صفر برطل من الماء درجة ٣٤ × ٠ لحصل سائل درجة حرارته ٣٣ وتكون الحرارة الكافية لوصول الماء الى درجة واحدة كافية لوصول الزئبق الى ٣٣ وتكون سعة الزئبق للحرارة اقل من سعة الماء لها بثلاث وثلاثين مرة وحيث فرضت سعة الماء بواحدة فسعة الزئبق بالنسبة له كنسبة ثلاثة لمائة وواحد لثلاثة وثلاثين ويرسم ذلك هكذا ٣ ٠ ر ٠ او $\frac{١}{٣٣}$ ويلزم لاجل اتقان هذه التجاريب ان تكون درجة الحرارة فى الآنية والهواء المحيط بها والمخلوط واحدة وان يسرع بعمل المزج ومما ذكرناه من ان كيلوا جرام من الماء فى حرارة ٧٥ يذوب مثله من الثلج تنتج قاعدة عظيمة لتعيين السعة فى الاجسام وهى انه لو سخن جسم غير الماء حتى وصل الى خمس وسبعين درجة واذاب نصف كيلوا جرام من الثلج او ربعه لعلم ان الحرارة النوعية لذلك الجسم النصف او الربع بالنسبة للماء وترسم فى الاول هكذا $\frac{١}{٢}$ او ٥ ر ٠ وفى الثانى هكذا $\frac{١}{٤}$ او ٢٥ ر ٠ اعنى خمسة من عشرة فى الاول وخمسا وعشرين من مائة فى الثانى وعلى ذلك اسس لافوازييه ولابلاس مقياسهما المرسوم صورته فى الشكل (٢٣٨) وهو آلة اسطوانية تمتنع كما ترى فى الشكل المذكور كانها مقطوعة من اعلا الى اسفل لاجل مشاهدة هيئتها الباطنة مركبة من ثلاث اوانى متداخلة فى بعضها بينها فضاء آن احدهما فضاء لـ لـ والثانى فضاء و وهو مملوء آن من الجليد المكسر الذى حرارته فى الصفر وفائدة فضاء لـ لـ صيانة باطن الآلة من تأثير حرارة الهواء المحيط وحفظ باطن الجهاز دائما فى الصفر والغطاء مملوء ايضا بالجليد وله حوافى مرتفعة لحفظ ذلك الجليد وفضاء لـ لـ متصل به حنفية يخرج منها الماء الحاصل من ذوبان الجليد وفضاء و و متصل به حنفية

ف ينزل منها في اناء الماء ما داب من الجليد [illegible] حرارة الجسم المعرض للتجربة وقت التجربة وهذا الجسم [illegible] [illegible] فاذا رجعت حرارته الى [illegible] [illegible] ذلك الجسم من ابتدائها [illegible] الحرارة [illegible] الجسم المعرض [illegible] [illegible] الى [illegible] حرارة [illegible]

[illegible]

الشكل (٢١٩) [illegible]

الجواهر [illegible] [illegible] عرضه وارتفاعه اربعة وفي باطنه [illegible] وهو الاسفل [illegible] [illegible] الحرارة [illegible] [illegible]

[illegible]

بحذاء كل واحد منها فالازوت كالهواء سعته للحرارة مقدرة بواحد والاوكسيجين لاتبلغ الواحد وهكذا على ماتراه فى الارقام

جدول الحرارة النوعية للغازات

٠ر٩٧٦٥	اوكسيجين
١ر٠٠٠٠	ازوت
١ر٢٥٨٣	اسيدسولفوزيك
١ر٩٠٣	ايذروجين
١ر[illegible]	غازمنتن
١ر٩١٠	بخارالماء

جدول الحرارة النوعية لغير الغازات من الجامدات والمائعات

٠ر٢٠٨٥٠	كبريت
٠ر١١٠٥٩	حديد منطرق
٠ر٠٤٧٥٤	قصدير
٠ر٠٢٨١٩	رصاص
٠ر٠٢٩٠٠	زئبق
٠ر٢١٦٨٩	جيرغير مطفى
٠ر٠٢٩٨	ذهب
٠ر٠٣١٤	بلاتين
٠ر٠٥٥٧	فضه
٠ر٠٩٤٩	نحاس
٠ر٣٠٩٦١	زيت الزيتون
٠ر٨٩٢٨٠	دم وريدى
٠ر٠٣٠٠٠	دم شريانى

الفصل الرابع فى تغيير الحرارة لحالة الاجسام

المبحث الاول فى الذوبان

الذوبان استحالة الجسم من الجمودة الى السيولة بواسطة الحرارة واغرب ماشوهد فيه ان الجسم متى اخذ فى الذوبان لاتزيد درجة حرارته [illegible] ذوبانه ومازاد من الحرارة فى هذه المدة يتشربه ولايؤثر فى [illegible] وهذا يسمى بالحرارة الكامنة على ماسبق ثم ان من الاجسام ما [illegible] فى الذوبان الا الى حرارة قليلة كالجليد والشمع و [illegible] ونحوها ومنها ماتحتاج لحرارة زائدة كالقصدير والرصاص [illegible] الى حرارة اقوى من ذلك كالذهب والفولاذ والحديد ومنها ما [illegible] بحرارة صناعية مصنوعة [illegible] من جزئين من غاز الايدروجين وجزء من الاوكسجين والاجسام [illegible] باقوى مايمكن من الحرارة كالتنانير التى يقال انها العاصمية [illegible] ويمكن اذابتها بتسلط تيار كهربائى قوى جدا فانه بواسطة ذلك اذيب الفحم الخشبى الذى هو اكثر الاجسام استعصاء من الذوبان والمعلوم ان اذابة كاربونات الكلس اى الرخام بدون ان يستحيل اولا الى كلس بابقاء [illegible] عليه [illegible] شديدا دفعيا بحيث لم يتمكن حمض الكاربونيك الذى [illegible] من ان [illegible] يستحيل الرخام الى [illegible] وفعل ذلك فى [illegible] من المواد الحارجة من البراكين [illegible] بحال [illegible] الحرارة [illegible] او الموجبة لسيلانها [illegible] الاجسام [illegible] الاولية [illegible] ان الماء اذا عرض لبرد كاف لان يجمد [illegible] وصار جامدا فى درجة الصفر ثم الماء الزائد الذى تجمد [illegible] يعدل عن الصفر اربع درجات او ست [illegible] ولا يجمد الا ان يكون مهيأ للتجمد بمعنى ان ادنى حركة تحصل فى السائل او فى انائه تعقد البلورات الاولية للتجمد

المبحث الثانى فى غليان السوائل

حيث كانت قوة التوصيل فى السوائل قليلة [illegible] الماء

النار او عليها كما مر ومتى سخنت منها اجزاء تمددت وخفت وصعدت فيما بين بقية الاجزاء فيتكون منها تيار صاعد يظهر ويقوى كلما اشتدت سخونتها وبقية الاجزاء تظهر هابطة الى الاسفل ويتكون منها تيار نازل ثم اذا كثرت الاجزاء الصاعدة تجمعت وتزاحمت فى الصعود وقابلتها الاجزاء النازلة فتضطرب جملة السيال ويسمع له ازيز هو الغليان والفواقع المرتفعة فى ذلك الوقت تكون متكونة من البخار الذى قوة انتشاره مساوية لقوة الضغط المحيط به ولولا ذلك لما ارتفعت تلك الفواقع واعلم انه متى تغير الضغط تغيرت درجة الحرارة اللازمة للغليان فالاماكن المساوية لسطح البحر فى الارتفاع تكون الضغط الجوى فيها ٧٦ ر ٠ يغلى الماء فيها فى مائة درجة والجبال التى فيها الضغط الجوى ٣٧ ر ٠ يغلى الماء فى خمسين درجة والجبال العالية عن ذلك يغلى فيها الماء فى اقل من ذلك واغرب من ذلك ان الماء الذى درجة حرارته ثلاثون اذا وضع فى اناء تحت ناقوس الالة المفرغة وعمل الفراغ حتى دل مخبار الالة على ان الفراغ ثلاثون من سيللى ميتر غلا الماء كانه على نار قوية جدا ثم بعد قليل ينقطع الغليان بسبب ان البخار يملأ الفراغ فيضغط على الماء فيمنعه الغليان فاذا رفع هذا البخار بتشغيل الالة تجدد الغليان واغرب من ذلك ان يغلى الماء فى الالة المذكورة وهو فى درجة صفر اذا امكن تحصيل الفراغ فيها حتى يدل المخبار على ان الضغط حينئذ مللى ميتر واحد غير انه من حيث ان البخار دائما متصاعد وتسبب عنه الضغط لا يمكن استمرار ذلك والتجربة الاتية التى يغلى فيها الماء الساخن من الماء البارد تدل على انه بتنقيص الضغط على السائل لديغلى وهو فى درجته المعتادة وهى ان تؤخذ كرة طويلة العنق كالمرسومة فى الشكل (٢٤٠) المرسوم عليها د ويملأ نصفها ماء ويسخن الى الغليان فيخرج منها الهواء ثم تسد وتقلب كما هى مصورة فى الشكل المذكور فاذا صب على قعرها بعد لحظة ماء بارد فى درجته المعتادة بواسطة انبوبة منتفخة الوسط كالمرسوم عليها ك رجع الغليان للماء الذى فى الكرة حالا وذلك لكون الماء البارد يجمد البخار الضاغط على السيال ومما ذكر يعلم ان

الدرجة التى يغلى بها الماء ليست واحدة فى جميع محال الارض بل هى مختلفة على حسب الضغط الجوى الذى يظهر فى البارومتر وكلما ضعف الضغط الجوى اسرع غليان الماء ففى البلدة المسماة كيتو التى هى قرب خط الاستواء يغلى الماء فى ٩٠ درجة وفى مدينة ماكسكو من الامريكا الشمالية يغلى فى ٩٢،٣ وفى باريز يغلى فى ٩٩،٧ وفى بلاد الموسكوب يغلى فى ٩٩ وفى مدريد تخت اسبانيا يغلى فى ٩٧،٨ وبالجملة فاذا عرف ارتفاع البارومتر فى محل سهلت معرفة درجة الحرارة اللازمة لغليان الماء فى ذلك المحل بطريق نسبة بان ينسب الضغط الموجود فى ذلك المحل الى الضغط الطبيعى الذى هو ٧٦،٠ ويعلم منه درجة الغليان فى ذلك المحل بالنسبة للدرجة المعتادة التى هى [illegible] ويستخرج ذلك بالاربعة المتناسبة فاذا كان الضغط فى محل ٧٥،٠ كانت درجة الغليان ٩٨،٦٨٤ ويرسم هكذا ٧٦ : ٧٥ :: ١٠٠ : س = ٩٨،٦٨٤ وكذا اذا عرفت درجة الغليان فى محل وجهل الضغط الجوى فانه يعلم بطريق الاربعة المتناسبة فاذا علم ان الماء يغلى فى محل فى درجة ٩٨ كان الضغط الجوى فى ذلك المحل ٧٤،٤٨ ويرسم هكذا ١٠٠ : ٩٨ :: ٧٦ : س = ٧٤،٤٨ وبهذه الطريقة ايضا تستخرج الفروق الحاصلة من ثقل الموصال العربية فاذا [illegible] ان الايثير سولفوريك يغلى فى درجة ٣٧،٣٠٢ من الحرارة وكان الضغط الجوى ٧٥ واردنا ان نعرف درجة غليانه بالضغط المعتاد استخرجناه بالاربعة المتناسبة ويرسم هكذا ٧٥ : ٣٧،٣٠٢ :: ٧٦ : س = ٣٧،٨٠ هى [illegible] فى الضغط المعتاد وقد ذكرنا انه متى نقص الضغط سهل الغليان [illegible] كلما زاد الضغط عسر الغليان بسبب مدافعة الضغط الجوى لفواقع البخار ومنعها الصعود وعلى ذلك لو سخن الماء بشدة وبحرارة فى اناء اسطوانى من نحاس او حديد وكان فيه فتحة صغيرة ذات صمام موضوع عليه ثقل بحيث نضغط عليه ضغطا يساوى عشرين جوا او ثلاثين او خمسين امتنع الغليان لان البخار الحاصل فوق السائل من حيث انه لا يمكنه الانطلاق يكون ضاغطا على

السائل

السائل فيمنعه الغليان ولذا ان لم يكن فى الاناء متانة فرقع وانكسر ولو فتح الصمام لاندفع البخار بقوة وارتفع من عشرين قدما الى ثلاثين وهذا الاناء هو المسمى بطنجير بابان اوبطابخ پاپان لانه هو الذى اخترعه من نحو قرنين ليلين العظام و العاج ونحوه فى مائه الحار الذى فى بطنه وكان سببا فى اختراع الاوتوكلاو اى الطنجير الذى ينقفل بنفسه وهو اناء كالسابق له صمام صغير ذولولب قوى وفتحته بيضية يرسم اغطاء اكبر منها يحكم وضعه بحيث يسدها اذا دفعه البخار الى اعلا ويحجزه حوافى تلك الفتحة وهذا معنى الاوتوكلاو اى الذى ينسد بنفسه ثم اذا كانت السوائل محلولا فيها جواهر غريبة احتاج غليانها الى زيادة حرارة فالماء المحلول فيه ملح الطعام لا يغلى الا فى درجة ١٠٩ والمحلول فيه ملح البارود لا يغلى الا فى ١١٥،٦ والمحلول فيه طرطرات البوتاسا لا يغلى الا فى ١١٦،٧ والمحلول فيه تحت كاربونات البوتاسا لا يغلى الا فى ١٤٠ ومع ذلك فالبخار لا يكون الا من الماء فقط وليس فيه شئ من تلك الجواهر فان كانت الجواهر الغريبة مما لا ينحل فى الماء كالرمل لا يحتاج غليانه الى زيادة الحرارة ومما له تأثير فى درجة الغليان طبيعة الاوانى التى يكون فيها السائل فاذا كان فى اناء من زجاج كان غليانه ابطأ مما اذا كان من معدن وعلة ذلك هى زيادة التصاق اجزاء السائل بالاناء عند ملامسة سطحه فتحتاج الحرارة حينئذ الى زيادة قوة بها ينفصل السائل عن ذلك السطح حتى يحصل الغليان والسائل لا ينفصل عنها الا برجات قوية ربما احدثت من بعض السوائل الثقيلة كالاسيد سلفوريك كسر الاناء والذى يمنع هذا وضع قطعة من جسم خشن يسمى [illegible] السائل وقت تسخينه لان الفواقع اذا لامست الخشونة تكون اهل سيأتا مما اذا لامست النعومة ومن اغرب ما يشاهد انه لوحميت بودقة من زجاج ومعدن حتى احمرت احمرارا ابيضا ثم اسقط فيها بعض قطرات من الماء النقى لتكونت تلك القطرات كرة تسكن لحظة اوتدور على نفسها بسرعة ولا تغلى ولا يبرز لتناقص حجمها فاذا رفعت البودقة عن النار ورجعت الى الاحمرار

الاسم غلا الماء بقوة دفعة وانقذف من كل جهة

المبحث الثالث فى الابخرة

اذا غلى سائل وكان مكشوفا للهواء تصاعد بخارا من وقت الغليان ولا تزيد
درجة حرارته حينئذ ولو كثرت مهما كثرت بل تكون موجهة الى قوة التصعيد
وسيأتى ان اجراما واحدا من بخار الماء يحمل مقدارا اعظيما من ا
الكامنة بحيث يكفى لان يسخن خمسمائة وخمسين اجراما فى درجة
فوق الصفر ولو وضع تحت ناقوس الآلة المفرغة اناء واسع من زجاج فيه
مقدار من الاسيد سولفوريك المتركز ووضع اعلاه بعض قراريط على نحو
رفيعة جفنة معدنية رقيقة مسطحة فيها بعض اجرام من الماء ثم عمل الفراغ
غلا الماء فاذا دووم على تشغيل الالة لعمل الفراغ ما امكن ظهر بعد بعض
دقايق فى الجفنة بلورات ابرية من جليد ثم يجمد الماء كله وذلك حاصل من انه
كلما تكون شئ من بخار الماء تشربه الحمض فتصير استحالة البخار اسرع وتتناقص
حرارة الماء ازيد فيجمد الماء والدليل على ان البخار بتصاعده يجذب معه
مقدارا اعظيما من الحرارة ان السوائل الطيارة اى التى تصعد بخارا كالخل
والالكحول والايتير اذا وضعت على الجلد احس ببرد شديد فى محلها وما ذاك
الا من جذب البخار جزءا من حرارة الجلد واذا اخذت قنينة صغيرة جدا فى حجم
الانملة رقيقة الجدران وملئ نصفها ماء ثم لف بقطن ورش على ذلك القطن
ايتير ثم ربط فى عنقها خيط وادير كالمقلاع بعض دقايق لاجل سرعة تصاعد
البخار جمد الماء الذى فيها ومن الطيار جدا الاسيد سولفوريك الخالى
... فاذا وضع مكشوفا للهواء قريبا من طاسة فيها زئبق
جمد الزئبق بعد بعض دقايق وهو لا يجمد الا من درجة اربعين
تحت الصفر ومن المعلوم ان تبريد المشروبات انما هو بتصعيد البخار
منها ولذلك كانت القلل التى يشرب منها فى الديار المصرية معدة
لتبريد الماء بسبب انه يرشح منها الماء لكثرة المسام فيها ويحيله الهواء بخارا

... اذا كانت فى مهب الهواء والتنفيس الجلدى فى الانسان من هذا القبيل
. طة بها تحفظ درجة حرارته على نسق واحد فى جميع العروض حتى
... حارا ولذلك يحصل تعب زائد من الحرارة اذ لم يستحل العرق بخارا
... كما فى زمن الهواء الرطب جدا واذا عرضت السوائل للهواء
... يابس المتحرك استحالت الى بخار بطئ ان لم تكن اسطحتها واسعة
تحالت الى البخار سريعا كما يشاهد فى الارض المبتلة فانها تيبس
من الهواء لاتساع سطحها وقد ذكرنا ان البخار يجتمع فى الفضاء ويتكون
لدليل على ذلك انه لو ادخل فى فضا البارومیترا المنقلب فى حوض الزئبق
... يسير من الايتيرا ومن الماء بواسطة انبوبة منحنية الطرف لاستحال
الايتيرا والماء بخارا وهبط الزئبق فلو غمست انبوبة البارومیتر فى الحوض اكثر
مما كانت ليضغط الزئبق على المسافة المشغولة بالبخار لاستحال جزء من
ذلك البخار الى السيولة ثم ان الابخرة المتصاعدة من تأثير النار لها قوة انتشار
عظيمة فهى كالغازات دائما تنتشر فيما حولها من الفضاء حتى تصادف
ما يعوقها عن الانتشار ومن المشاهد ان الواحد المكعب من ميللى ميتر من
البخار ينتشر فى مسافة آلاف من ميللى ميتر مكعبة من الفضاء فاذا كانت
الابخرة غزيرة والحرارة مرتفعة نشأ عن قوة الانتشار المذكورة نتايج قويه
خارقة للعادة فتنقذف بتلك القوة اجسام زائدة فى الثقل وعظم الكتلة
وتنكسر بها اجسام شديدة المقاومة جدا كما شوهد فى انفجار الآلات المشغلة
بالبخار

المبحث الرابع فى قياس قوة انتشار البخار

كيفية قياس قوة انتشار البخار ان تؤخذ انبوبتان بارومیتريتان وتغمسان
معا فى حوض من الزئبق ويدخل فى الثانية منهما فوق الزئبق الذى فيها قليل
من الماء ثم يدخلان معا فى انبوبة سعتها من ثلاثة قراريط الى اربعة وطولها
ثلاثون قيراطا تغمر من قاعدتها فى الحوض ثم يوضع فيها الماء حتى يجاوز

قوة الانتشار	درجات الحرارة	قوة الانتشار	درج
٤٢,٧٤٣	٣٦	١٤٤,٦٦٠	
٤٥,٠٣٨	٣٧	١٥١,٧٠٠	[illegible]
٤٧,٥٧٤	٣٨	١٥٨,٩٦٠	٦
٥٠,١٤٧	٣٩	١٦٥,٥٦٠	٣
٥٢,٩٩٨	٤٠	١٧٤,٤٧٠	[illegible]
٥٥,٧٧٢	٤١	١٨٢,٧١٠	
٥٨,٧٩٢	٤٢	١٩١,٢٧٠	٦٦
٦١,٩٥٨	٤٣	٢٠٠,١٨٠	٦٧
٦٥,٦٢٧	٤٤	٢٠٩,٤٤٠	٦٨
٦٨,٧٥١	٤٥	٢١٩,٠٦٠	٦٩
٧٢,٣٩٣	٤٦	٢٢٩,٠٧٠	٧٠
٧٦,٢٠٥	٤٧	٢٣٩,٤٥٠	٧١
٨٠,١٩٥	٤٨	٢٥٠,٢٣٠	٧٢
٨٤,٣٧٠	٤٩	٢٦١,٤٣٠	٧٣
٨٨,٧٤٣	٥٠	٢٧٣,٠٣٠	٧٤
٩٣,٣٠١	٥١	٢٨٥,٠٧٠	٧٥
٩٨,٠٧٥	٥٢	٢٩٧,٥٧٠	٧٦
١٠٣,٠٦٠	٥٣	٣١٠,٤٩٠	٧٧
١٠٨,٠٧٠	٥٤	٣٢٣,٨٩٠	٧٨
١١٣,٧١٠	٥٥	٣٣٧,٧٦٠	٧٩
١١٩,٣٩٠	٥٦	٣٥٢,٠٨٠	٨٠
١٢٥,٣١٠	٥٧	٣٦٧,٠٠٠	٨١
١٣١,٥٠٠	٥٨	٣٨٢,٣٨٠	٨٢
١٣٧,٩٤٠	٥٩	٣٩٨,٢٨٠	٨٣

قوة

قوة الانتشار	درجات الحرارة
٤١٤,٧٣٠	٨٤
٤٣١,٧١٠	٨٥
٤٤٩,٢٦٠	٨٦
٤٦٧,٣٨٠	٨٧
٤٨٦,٠٩٠	٨٨
٥٠٥,٣٨٠	٨٩
٥٢٥,٢٨٠	٩٠
٥٤٧,٨٠٠	٩١
٥٦٦,٩٥٠	٩٢
٥٨٨,٧٤٠	٩٣
٦١١,١٨٠	٩٤
٦٣٤,٢٧٠	٩٥
٦٥٨,٠٥٠	٩٦
٦٨٢,٥٩٠	٩٧
٧٠٧,٦٣٠	٩٨
٧٣٣,٤٦٠	٩٩
٧٦٠,٠٠٠	١٠٠

المبحث الخامس فى معرفة كثافة البخار

الكيفية التى عين بها ذلك المعلم غايلوساك ان تؤخذ قنينة صغيرة جدا من زجاج تكون جدرانها فى غاية الرقة وطرفها الاعلا دقيقا كالمرسوم صورتها فى الشكل (٢٤١) وتوزن ثم تملأ املأ كليا بالماء النقى بان تسخن ثم يغمس ط فيها المستدق وهى ساخنة فى الماء فتمتلئ كما هى كيفية امتلاء الترمومتر ثم تسد وتوزن ثانيا ويطرح وزنها الاول من الثانى فتبقى زنة الماء فقط ثم توضع

تلك القنينة تحت المخبار ج ج المرسوم صورته فى الشكل (٢٤٢) المنقسم الى درجات متساوية المملوء زئبقا المنكس فى طست من حديد به فيه زئبق ايضا وموضوع على تنور ثم يوضع المخبار فى اسطوانة واسعة من زجاج م قاعدتها فى زئبق الطست وتربط تلك الاسطوانة على خشبة بجانبها لتبقى منتصبة ثم تملأ ماء ويوضع فيها ترمومتر ذو انتفاخ طويل ثم يسخن زئبق الطست فبتسخينه يسخن ماء الاسطوانة وزئبق المخبار وماء القنينة وتنكسر القنينة فيستحيل الماء الذى كان فيها الكون قليلا فى الحال الى بخار يصعد فى اعلا المخبار فينخفض الزئبق الى اسفل وحينئذ فيقاس بدرجات المخبار ارتفاع عمود الزئبق الباقى فيه مبتدا قياس من سطح زئبق الطست وحينئذ فاذا حسبت درجة حرارة الزجاج عرفت كثافة البخار ومقدار المسافة التى شغلها وهو بخار بالنسبة للمسافة التى كان شاغلا لها وهو ماء اذ بمعرفة زنة الماء يعرف سعته المكعبة وحجم البخار الحاصل عنه ومنفعة المسطرة المدرجة س ادراك قياس سطح الزئبق ادراكا جيدا ومن هذه الطريقة علم ان الماء الذى درجة حرارته مائة وضغط الهواء عليه ٧٦ و٠ من سيللى ميتر يشغل بخاره مثل حجمه ٤ و ١٦٩٦ مرة وذلك يدل على زيادة قوة الانتشار للبخار وثقل البخار فى هذه القوة غيره من الهواء والغازات ورجوع البخار ماء لا يتسبب عن الضغط او التبريد او ميل الجواهر لان تتحد او تختلط وقد ذكرنا بعض ذلك فيما سبق

المبحث السادس فى الآلات البخارية

قد استنتج من معرفة قوتى الانتشار والمرونة للابخرة طريقة تحريك الآلات بها ولذلك نسبت اليها وسميت بالآلات البخارية ومبنى حركة هذه الآلات مع اختلاف انواعها وكثرة تركيبها ارتفاع وانخفاض مكبس يتحرك فى اسطوانة بطلمبة فى كل من هذه الآلات متصلة بطنجير كبير يتكون فيه الماء من النار الموقدة تحت ذلك الطنجير ولتلك الاسطوانة منفذان احدهما

ينفذ منها البخار تحت المكبس ليصعد به ثم تغلق والثانية يوصل بها الماء البارد الى باطن الاسطوانة ليتكاثف البخار فينزل المكبس وصعود المكبس ونزوله من حيث انهما بالارادة فيحتاج فتح الحنفيتين وغلقهما الانتباه عظيم ثم وقد اتقن هذه الآلة واصلحها المعلوت بجعل المكثف انبوبة كبيرة تكون قرب الاسطوانة يتكثف فيها البخار وجعل لكل من الحنفيتين صماما يتحرك بنفسه فلا تحتاج جميع الآلات فى تشغيلها الا لشخص او اثنين لملاحظة سيرها ودوام ايقاد النار وجعل جميع القطع اللازمة لتشغيلها وتوجيه سيرها الى جهة المقصد مرتبة فى سوق المكابس ومن زيادة اتقانه ان جعل للطنجير انابيب أمن لها صمامات مثقلة بوزنات على حسب المقاومة التى لجدران الطنجير فاذا اشتد البخار فى الطنجير وزاد عن المطلوب فتحت هذه الصمامات ليخرج منها قبل ان يحصل الانفجار الخطر جدا ولزيادة الامن كثيرا ما يجعل فى ناحية من الطنجير قطعة من مخلوط معدنى قابل لأن يذوب قبل وصول الحرارة الى قدر يخشى منه الانفجار هذا وبظهور الآلات البخارية استعان الناس على قضاء اشغال شاقة لم تكن تدرك لهم قبل وتوسعوا فيها حتى ادخلوها فى الحرف والصنائع الشاقة ونالوا منها الفوائد الجمة فمن نحو عشرين سنة ظهرت مراكب النار التى تقطع ابعد المسافات فى اقرب وقت ولا مانع لها من مقابلة هواء او حدوث نوء او غير ذلك وكذا عربانات البخار التى تقطع المسافات العظيمة فى لمح البصر وتسير على طرق من حديد وبالاطلاع على الآلات البخارية يرى الانسان انه يكتسب بقوة البخار من الوصول للمقاصد وادراك الرغايب مالم يكن يخطر له بالبال ولا يصوره له المثال مع الراحة وعدم التعب والفرح بنيل المطلوب فى اسرع وقت

تتمة فى بيان حرارة البخار

سلط بخار الماء على ماء معلوم الزنة ثم زاد وزن ذلك الماء علم ان تلك الزيادة من حالة البخار المسلط عليه الى المائية وقد علم بالتجربة ان مائة اجرام من بخار

حرارته مائة درجة تجذب معها حرارة كافية لان ترفع حرارة خمسمائة وخمسين ابراما من الماء من صفر الى مائة درجة فيكون الابرام الواحد يسخن خمسمائة وخمسين ابراما من صفر الى درجة واحدة وبه علم مما سبق ان البخار متى انتقل الى حالة السيولة ترك حرارته ولذا يستعملون البخار المائى لتسخين الاماكن كالحمامات

الفصل الخامس فى تولد الحرارة والبرودة من ينبوعهما

الكلام على ما يولد الحرارة

جميع الغازات اذا ضغطت انطلقت منها الحرارة والدليل على ذلك آلة الهواء الذى هو اسطوانة من نحاس مرسوم صورتها فى الشكل (٢٤٣) وترى فى الشكل المذكور كانها مقطوعة من اعلا الى اسفل وفى جزئها الاسفل قطعة من معدنها كالصمام ب يوضع فى نقطة د منها قطعة من الصوفان ولها مكبس ينزل فيها ملامسا لجدرانها باستحكام فاذا رفع المكبس الى نقطة ص وانزل دفعة واحدة بقرعة قوية على يده ى التهب الصوفان من الحرارة المتولدة من ذلك ومثل الهواء فى توليع الصوفان الاوكسيجين والكلور دون غيرهما من الغازات فانها لعدم قوة الالتهاب فيها لا توقعه وانما تسخنه فان تخلخلت الغازات جدا تولد عنها بدل الحرارة البرد بدليل انه لو علق مقياس حرارة فى وسط ناقوس آلة مفرغة ثم عمل التفراغ لرايت انه كلما امتص الهواء هبط المقياس حتى ينزل الى ثمان درج او عشر تحت الصفر اذا كان المقياس قوى الاحساس وكلما رجع الهواء فى الناقوس رجعت الحرارة شيأ فشيأ حتى تعود لحالتها الاولى ومما يولد الحرارة فى الاجسام القرع عليها فاذا طرق على معدن بمطرقة على سندال او طرق بالآلة التى فيها سكة المعاملة على قطع المعاملة او شاخص التشريف المسماة بالفرنساوى مدايل وهى قطع معدنية ينقش عليها علامة الشرف سخن ذلك المعدن المنطرق سيما الفضة والنحاس فانهما اقوى المعادن فى التسخن بالطرق وسخونة المعادن من الطرق فى المرة الاولى اكثر منها فى المرة الثانية وفى الثانية اكثر من الثالثة وهكذا حتى

لا يبقى محل اتقارب الاجزآء من بعضها فلا يحدث الطرق فيها حينئذ حرارة اصلا ومما يولد الحرارة فى المعادن وغيرها من الاجسام الصلبة كالخشب الدلك والاحتكاك الاترى الى مدور العجلة فى العربانات حيث يشتعل اذا ادير على محوره بسرعة ولذا يدهنونه بالشحم ونحوه لتلطيف الاحتكاك وخفته والخشب اذا احتك بعضه التهب والصوان الرقيق الطرف اذا احتك به الزناد عند القدح خشنه وفصل منه اجزآء لطيفة فيها حرارة كافية لان تلتهب فى الهواء واذا برد بالمبرد جسم مركب من جزء من الحديد وجزئين من الانتيمون خرج منه شرر وهو الاجزاء المنفصلة بالمبرد التهبت فى الهواء بسبب حرارتها الحادثة من الاحتكاك واذا وضع البلاتين وهو فى درجة الحرارة المعتادة فى مخلوط من الايدروجين والهوآء بعض لحظات التهب حتى يحمر بل يبيض اذا كان ذلك البلاتين سلكا رفيعا جدا او صفايح رقيقة او مسحوقا او مخرفشا على هيئة الاسفنج وسبب ذلك احتراق الايدروجين ويستمر ملتهبا مادامت الاجزآء القابلة للاحتراق التى هى الايدروجين والهوآء موجودة ويعسر الوقوف على السبب الحقيقى الموجب لهذا الاحتراق من ذاته ومما يولد الحرارة فى الاجسام الكهربائية كما مر فى محله وكذا اغلب الاتحادات الكيماوية فانها تحدث حرارة وفى بعض الاحيان ضوءا ايضا فاذا خلط اربعة اجزآء من الاسيد سولفوريك المتركز بجزء من الماء تكون عنه مخلوط درجة حرارته مائة بل وزيادة واذا اتحد الحمض المذكور بالبوتاسا او الصودا ونحوهما تولدت عن ذلك حرارة واذا سحق الزرنيخ او الانتيمون وذر احدهما على غاز الكلور حصل منهما حرارة وضوء وكذا تتولد الحرارة من صب الاسيد سولفوريك على مخلوط من كلورات البوتاسا والجاوى ثم يأخذ المخلوط فى الالتهاب شيأ فشيأ بالجملة فالاتقاد دائما يحصل من اتحاد الاوكسيجين او الكلور او نحوهما بجسم آخر وعلى ماذكرنا توجد طرق عديدة لتولد الحرارة غير ان ينبوعها الاعظم هو الشمس الممدة لنا بالحرارة وان كان مقدارها يختلف باختلاف الفصول والاقاليم اعنى بالنسبة للبقعة ولحركة الشمس اليومية

والسنوية فمن حيث ان الشمس تقع على القطبين بانحراف تكون اما كلها اما في برودة مجمدة ومن حيث انها تقع على خط الاستواء مستقيمة تكون اما كلها في حرارة محرقة

الكلام على مايولد البرودة

اذا خلط جزء من الملح المعتاد بجزء من الثلج او الجليد المجروش مال الحرارة ونزل الى سبع عشرة درجة تحت الصفر فان كان بجزئين من الثلج وجزء من الملح نزل الى عشرين تحت الصفر وهذا حاصل من ميل الملح للماء ومن حيث ان الاجسام الصلبة اذا انتقلت للسيولة كمنت حرارتها وتشربت حرارة مما حولها وقد ذكرنا ان الجليد يحتاج في ذوبانه الى حرارة كثيرة فكانه يتشرب حرارة ما حوله حتى نفس المخلوط ولذلك تنزل درجة المخلوط ويأخذ في البرودة الزائدة ويتجمد واذا خلط ثلاثة اجزاء من كلورور الكلسيوم المسمى ايضا كلوروايدرات الجير بجزئين من الثلج لحدث عن ذلك برد من تسع واربعين درجة تحت الصفر الى ثمان وخمسين سيما اذا برد كل على حدته قبل الخلط بان عرض كل منهما البرد درجته عشرون تحت الصفر بواسطة الثلج والملح واذا خلط جزء آن من الكلورور المذكور بجزء من الثلج حدث برد من خمس واربعين الى خمس وخمسين تحت الصفر ولو خلط عشرة اجزاء من الاسيد سولفوريك المضعف بالماء بجزء من الثلج كان المخلوط في درجة ستين بل ثمان وستين تحت الصفر فلو كان المخلوط جزءا من الحمض المذكور بجزء من الثلج او الجليد المجروش لكان البرد الناشئ عن ذلك في درجة خمسين تحت الصفر ولو خلط اربعة اجزاء من الـ[illegible] وثلاثة من الملح او الجليد لكان البرد الناشئ من ذلك في درجة ثمان وعشرين تحت الصفر والبرد الناشئ من خلط اثنى عشر جزءا من الثلج او الجليد بخمسة اجزاء من الملح وخمسة اجزاء من نيترات النوشادر يكون من [illegible] وعشرين الى احدى وثلاثين تحت الصفر وخلط الثلج بحامض النيتريك المضعف بالماء يسبب بردا من سبع عشرة درجة الى ثلاث واربعين تحت الصفر فعلم من

ذلك ان هذا الخلط كله مولد للبرودة

خاتمة في بيان الحرارة الحيوانية

معرفة الحرارة في الحيوان مهمة جدا وتوضيح الكلام فيها يستدعي تطويلا زائدا لايسعه هذا المختصر ومن زمن طويل عملت فيه تجريبيات كثيرة بقصد الوقوف على كيفية تكونها في الحيوان ومن اين تأتي اليه ولم يتضح لهم ذلك ايضاحا كليا غير ان آخر ما استنتج من التجاريب الاخيرة التي عملها ديبريه مع الانتباه الكافي منه وانحط عليه الامر ان اكثر هذه الحرارة حاصل في الحيوان من التنفس وباقيها من التغذية وحركة الدم واحتكاك اجزاء الجسم ببعضها ومما نتج من هذه التجاريب وانحط عليه الامر ايضا ان الاوكسجين الداخل في الرئة بالتنفس يدخل بجزء منه في البدن مع الدورة ويتصاعد بدله من الازوت وجزؤ يدخل في تكوين الكاربونيك ويخرج معه باخراج النفس فان الهواء الخارج باخراج التنفس يشتمل على ستة اجزاء من مائة من حامض الكاربونيك واهم من معرفة الحرارة في الحيوان معرفة كونها في كل نوع من انواعه بدرجة لاتتغير بتغير الفصول ولا تختلف باختلاف الاماكن فهي في انواع الحيوان في اشد الاقاليم بردا كما هي فيها في اشدها حرا لاتتغير ولا بدرجة واحدة لانها ان خرجت عن حدها في الحيوان ولو بدرجة واحدة اضرت به ولولا ذلك لما امكن الانسان ان يعيش في غير الاقاليم التي ولد فيها ولا ان ينتقل الى غيرها ولها في كل نوع من انواع الحيوان درجة معلومة بالاستقراء على ما يأتي في الجدول فلكل من الطير في الهواء والاسماك في البحار درجة مخصوصة وكل من المرض والحمية لايغير درجة الحرارة في الجسم عن الحالة الصحية الا يسيرا بحيث لايبلغ اكثر من د[illegible]ة وقد امتحن درجة الحرارة في الحيوان المعلم يوحنا داوى احد السواحين ا[illegible]كليز فوجدها في اهل بلاد السيلان واهل الهوتانتون بالافريقيا وفي [illegible]ن المادا كاسكار وفي قسس بدها ببلاد الهند الذين لايأكلون

الا الخضراوات وفى الريد االذين لايا كلون الا اللحوم كانهما واحده تـكادان لا تختلف ووجد ان انزل درجة فى هؤلاء ماوجده فى شخصين من اهل هوننتون فى رأس الرجاء فكانت درجة الحرارة فيهما ٣٥ ر٨ من المقياس المائينى وان اعلا درجة ماوجده فى طفلين من الاوربا مولودين فى كاونبوسن احدهما ثمان سنين وسن الاخر ثنتا عشرة سنة واستنتج من استقرائه لانواع الحيوانات الحد المتوسط لكل نوع من انواعه فى اماكن درجة حرارتها ١٥ ر١٥ من المقياس المائينى ووضعه فى هذا الجدول

انواع الحيوان	درجات الحرارة
تسع ادميات سن الواحدة ثلاثون سنة	٣٧ ر١٤
اربع آدميات سنهن ست وستون سنة	٣٧ ر١٣
اربع شابات سنهن ثمان عشرة سنة	٣٩ ر٩٩
ثلاثة اطفال سنهم من يوم الى يومين	٣٥ ر٠٦
قرود	٣٩ ر٠٧
كلب له ثلاثة اشهر	٣٩ ر٤٨
هر ذكر	٣٩ ر٧٨
اربع بومات فيها قوة الطيران	٤٠ ر٩١
بومة بالغة	٤١ ر٤٧
غرابان اسودان بالغان	٤٢ ر٩١
ثلاث حمامات	٤٢ ر٩٨
عصفور البرد بالغ	٤١ ر٩٦
غرابان من العقعق	٤١ ر١٧
سمكتان من اللبت	١١ ر٦٩
سمكتان من الطانش	١١ ر٥٤

هذا آخر الجزء الاول من كتاب الطبيعة ويليه الجزء الثانى فى كائنات الجو

الجزء الثانى فى كائنات الجو

المراد بكائنات الجو هنا جميع ما ينسب للكهربائيـة والمغناطيسية والضوء والحرارة فان هـذا البـاب معقود للبحث عن جميع الظواهر المنسوبة لهذه الفواعـل الطبيعية الاربعة سوآء كانت عادية مستمرة او نوادر وقتية وسوآء وقعت فى الجو او فى الارض فالمرام من هذا الباب توضيح ما يقع حوالينا من العوارض التى تنسب لهذه الاربعة لا خصوص النوادر التى تقع منها فى الجو وقد نسب المتقدمون وقوع مثل هذه الامور المدهشة والحوادث المفزعة الى قوى مجهولة واسباب غير معلومة بناء على ظنونهم الفاسدة وقصور همتهم عن البحث فى الاصول الطبيعية والطرق العلمية حتى يقفوا بها على حقائق الاشياء فكانوا يقولون ان ظهور النجوم ذوات الاذناب ينذر بالمصائب والرعد صوت الله عند غضبه والشهب المارقة ارواح جارية الى السماء وغير ذلك من الاقوال المخترعة بعقولهم التى لا دليل عليها ولا وجود لها فى الارض ولا فى السماء واما الان فقد هجرت هذه الاوهام كما هى حرية بذلك عند ذوى الافهام اذ لا يعقل ان يوجد شئ من كائنات الجو خارجا عن ادراك العقل له حتى ينسب وجوده الى توهم خوف او جهل سبب وفى هذا الجزء خمسة ابواب

الباب الاول فى الجو

الجو هو الفضاء المحيط بكرة الارض الممتدة الى جهة العلو من اثنى عشر فرسخا الى خمسة عشر وهو مملوء بالهواء الذى لا ندرك بالحواس كما تدرك الاجسام الصلبة والسائلة ومنـه ما يظهر على الارض والبحار من الرياح والمؤتفكات والعواصف ومن حيث انه حامل للسحاب يكون حاملا للامطار والصواعق ويوصل لنا ضوء الشمس وحرارتها وقد مر ان الهوآء هو العنصر المغذى لجميع الموجودات وهو الذى يعطى اللون الازرق الجميل فى جهة العلو الذى تسميه العامة بالقبة السماوية تشبيها له بالقبة وتشاهـد الكواكب من خلفه وبعده لا يرى الاسواد وهناك يكون الفراغ الغير المتناهى

والجو والهواء شيء واحد وهو الذى يعين ثقله بالبارومتير فى جميع اجزاء الكرة ثم انه قد سبق ان البارومتير اذا كان فى حالة الانتظام يكون علو عامود الزئبق فيه ٧٦ سنتميتر فاذا كانت قاعدة العامود المذكور سنتميترا واحدا كان العمود كله ٧٦ سنتميتر مكعبا من الزئبق وزنة هذا المقدار من الزئبق تساوى حاصل ضرب حجمه فى ثقله ويرسم هكذا ٧٦×١٣,٥٩=١,٠٣٣ اى كيلو اجرام واحد وثلاثة وثلاثين من ميللى اجرام فينتج من ذلك ان كل عامود هواء يساوى قطر عامود زئبق قاعدته سنتميتر واحد يكون وزنه ١,٠٣٣ اى كيلو اجرام واحد وثلاثة وثلاثين من ميللى اجرام فاذا اريد معرفة زنة هواء الجو بتمامه فلينظر كم يوجد على سطح الكرة من سنتميتر ويضرب فى ١,٠٣٣ اعنى كيلو اجرام وثلاثة وثلاثين جزءا من الف من كيلو اجرام والحاصل من ذلك يكون زنة الهواء الجوى بتمامه وقد تحقق بالحساب وبحث المسافرين أن شعاع الكرة ٦٣٦٦٧٤٥ ميترو ان سطح الكرة نحو ١٠٠٠٠٠ + ١٠٠٠٠ اى مائة الف ميريا ميتر مضروبة فى عشرة آلاف ميتر والحاصل من ذلك بليون امتار ويرسم هكذا ١٠٠٠٠٠ × ١٠٠٠٠ = ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ وزنة الهواء لكل ميريا ميتر اى لكل عشرة آلاف ميتر من المسافة مليون ادنان من الهواء مضروب فى مليون والدن يسع الف كيلو اجرام من الهواء ومن حيث ان سطح كرة الارض مائة الف ميريا ميتر يلزم لتحصيل مقدار هواء الكرة ان تضرب المائة الف فى العدد الحاصل من ضرب مليون ادنان فى مليون ويرسم هكذا ١٠٠٠٠٠ × ١٠٠٠٠٠٠ × ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ = ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ = ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ادنان + ١٠٠٠ كيلو اجرام = ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ + ١٠٠٠ اجرام والحاصل ٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

والبارومتير المذكور لا يعرف به وزن الهواء فقط بل تعرف به ايضا التغيرات العارضة فى الهواء من اختلاف مقادير الابخرة والاشياء المتصاعدة مع

فى كل جهة من الكرة والبلاد التى استنارت عقول اهلها بالعلوم والمعارف يبحث فيها كل يوم عن تغيرات البارومیتر فجد اهالى الاوربا يتأملون فى البارومیتر فى اليوم اربع مرات فى الساعة الثالثة قبل الزوال وساعة الزوال والثالثة بعده والتاسعة بعده ايضا فظهر من هذه التأملات المحررة يوما فيوما مدة ١٤ سنة ان الارتفاع المتوسط للبارومیتر فى باريز ٥٦ و٧٦ و٠ اعنى ستة وسبعين من سنتى ميتر وستة وخمسين من ميللى ميتر

الفصل الاول فى الرياح

الرياح اهوية شديدة تمر بحركات قوية زائدة عن المعتاد وسببه دوران الهواء ومروره بشدة من محل الى آخر اذا وجد امامه فراغا بسبب تكاثف الهواء الذى كان فى المحل المنتقل هو اليه وتراكمه على بعضه وسبب ذلك التكاثف امران اما انخفاض درجة حرارة الهواء فيقل تمدده ويتكاثف ويترك اكثر المحل الذى كان مشغولا به خاليا واما تجمع بخار يحصل فى الابخرة المنتشرة فى الهواء فيخلو محلها وهذا اقوى الاسباب فانك اذا تأملت فيما يقع فى الاقاليم التى تحت خط الاستواء ولو لحظة واحدة عرفت ذلك فانا اذا فرضنا ان المطر الذى ينزل هنالك فى لحظة من اللحظات كان قيراطا من الماء والمسافة التى وقع فيها المطر عشرة فراسخ طولا فى مثلها عرضا وان البخار اللازم لتولد قيراط من الماء فى المائة فرسخ يلزم ان تكون درجة حرارته عشرة فوق الصفر عرف قدر الاضطراب الذى يحدث فى الهواء عند وقوع هذا البخار مطرا وذلك لان البخار الذى درجة حرارته عشر فوق الصفر يشغل وهو بخار مسافة قدر مسافته وهو ماء مائة الف مرة فكان شاغلا لمائة الف قيراط فى علو عشرة الاف قدم فاذا تجمع وسال مطرا صارت هذه المسافة فضاء فيجرى اليها الهواء المجاور بقوة ليشغلها فتحدث الرياح ويستمر ذلك زمنا حتى يمتلىء ذلك الفضاء ويتعادل فيه الهواء فيسكن ثم ان الرياح تنقسم الى مستمرة ودورية وغير منتظمة اما المستمرة وتسمى بالاليزية اى المعروفة المعلومة التى لا تتغير فهى التى تهب من بين المدارين

على خط الاستواء وتمتد منه الى ثمان وعشرين او اثنتين وثلاثين درجة من الجانبين الشمالى والجنوبى ويندر ان تجاوز هذا الحد وتستمر فى اتجاه لا يتغير هو من المشرق الى المغرب وسببها ان الشمس تسخن دائما الاماكن المارة هى عليها فى خط الاستواء تسخينا شديدا ومعلوم ان سيرها من المشرق الى المغرب فيتبعها هذا الريح فى سيرها واما الدورية وتسمى بالموسون فهى التى تهب مدة اشهر فى اتجاه ثم تغير هذا الاتجاه فى مدة اشهر بقدر تلك الاشهر باتجاه مضاد للاتجاه الاول وهذه توجد فى المحيط الهندى عند منتهى حدود الرياح الالزية فتهب فى الجنوب من جهة المغرب مدة ستة اشهر ابتداؤها بعد الاعتدال الربيعى بقليل وتهب فى الشمال من جهة المشرق مدة الستة الاشهر الاخرى التى ابتداؤها من بعد الاعتدال الخريفى بقليل وهى فى هذا الدور يابسة لطيفة وتغيرات هبوب الرياح الدورية لا تحصل فجأة لكنها تكون مصحوبة بموتفكات شديدة واما الغير المنتظمة فهى التى لا تلزم زمنا ولا مدة وتهب باتجاهات مختلفة والموتفكات هى الرياح الشديدة جدا والمرهب منها ما يظهر فى الاقاليم الحارة جدا وكثيرا ما تهب بهيجان غريب فى الشدة فى مسافات كبيره فى الطول والعرض وهى المختصة بافراط السرعة فى السير فقد تبلغ سرعتها الى ان تقطع فى الساعه اربا واحده عشرين فرسخا وتستمر بهذه السرعة الى ان تقطع مائة فرسخ او مائتين بل وثلاثمائة طولا وكثيرا ما تقلب ا[illegible] في اجساما كبيرة من الاخشاب والاحجار الى بعد

مبحث فى الانيمومتر اى مقياس سرعة الريح

هذه الآلة معدة لقياس سرعة الريح سواء المعتادة والموتفكات وهى انواع فمنها انيموميتر وولف وهو طاحون صغير سريع الحركة يدور بالريح على محوره العامودى وصورته مرسومة فى الشكل (٢٤٤) فله اربعة اجنحة تتجه

بنفسها

، الجهة مهب الريح بواسطة مقذاف م اذا صدمه الهواء والاجنحة المذكورة مثبتة فى محور افقى ينتهى ببريمة وبدوران هذا المحور تدور عجلة تدير عقربا مركبا على ربع وجه ساعة تعلم منه قوة الريح لان العقرب يكون عموديا وقت سكون الريح فى طرف المحور الحامل للعقرب وله زنة معلقة بحبل يلتف على ذلك المحور فاذا لم تتمكن الوزنة من الصعود على المحور الملتف عليه الحبل دل العقرب بالزاوية التى يحدثها مع الخط العمودى على مقدار قوة الريح ومنها انيموميتر بوجير وهو قرص من الحديد رقيق كالتنك محمول على عمالة افقية سهلة الحركة مرتكزة على محور عامودى اذا دار القرص بجهة الريح وارتفع حرك لولبا او سيبيا يستفاد منها قياس قوة هبوب الريح

جدول سرعة الرياح فى الساعة الواحدة

فراسخ	رياح
٠١,٦٢	الريح المعتدل
٠٤,٤٥	المتوسط فى الشدة
٠٨,١٦	الريح القوى
١٦,٢٠	الريح الشديد جدا
١٧,٣٥	العواصف
٢٩,٣٣	المؤتفكات
٣٦,٦٣	الموتفكات الهادمة للابنية القالعة للاشجار

الفصل الثانى فى الزوابع

الزوبعة اعصار اى ريح تهب كالعمود تجذب معها رمالا او رمياها او ثلجا او غيرها مما يكون فى الارض التى تنشأ منها وسبب الزوابع لا يمكن الافصاح عنه وهى فى الغالب تكون فى محال محدودة وكثيرا ما يصدر عنها اضرار وتوجد فى جميع بقاع الكرة سيما فى القفار من افريقيا وتقع فى ثلوج اسيريا وفى مياه

البحار والخلجان وفى البحر المحيط الهندى سيما الذى يقرب شواطئ الصين والجابون ووقوعها فى البلاد الحارة اكثر منه فى البلاد الباردة والمعتدلة وما يقع منها فى البحار يسمى بالزوابع البحرية وفى الانهر والخلجان بالزوابع المائية ويقال للتى تقع على الارض ارضية وكيفية الجميع واشكالها متقاربة فان المائية ترفع ماء والارضية ترفع اتربة وغيرها مما يكون على وجه الارض وهى دائما تحفر الارض سواء كانت على هيئة عمود او مخروطى مقلوب وتلوى الاشجار وتكسرها او تقلعها وتزيل ما امامها من تراب واجزاء اشجار ونبات وغير ذلك فتكنس الارض فى سيرها جاذبة معها ما ذكر الى السحاب ولو كان كتلا كبيرة ويبلغ علوها الف قدم بل الفين وسيرها فى السرعة لا يكون على نسق واحد كما لا تتبع اتجاه الريح وقد تقذف الاحجار العلية الى خمسمائة خطوة او ستمائة ولو كان قطرها هى ثلاثين قدما وعلوها اربعين او خمسين وقد تقلب الابنية ووجد بها ناس اقتلعتهم ودارت بهم وارتفعت والانسان اذا كان خفيفا ومرت به اذا لم يرقد على الارض حركته يمنة ويسرة وقلبته على الارض او اقتلعت به وكثيرا ما يسمع للزوبعة اللازمة فرقعة مدهشة كصوت الاحجار المتصادمة او كدوى المدافع وهذا الصوت يكون مختلطا اذا كان على بعد ثم يتضح شيأ فشيأ على لحظات متقاربة ثم بعد مدة تسكن وتتلاشى من نفسها والزوابع البحرية يصحبها دوران فى المياه فيرتفع معها وتسير على هيئة مخروطى منتصب فيرى فى الهواء الذى فوقها سحابة شكلها مخروطى منقلب رأسه قريب من الاسوانى في اويل السفن التى تعرض لها هذه الزوابع تتكسر صواريها وتتمزق قلوعها وتنقطع حبالها وكثيرا ما تبتلعها الامواج واذا انفجرت الزوبعة وهبطت قبل وصولها للسفينة شوهد فى الماء ارتفاع عظيم كانه بنيان عال على وجه الماء وكثيرا ما يعصف الريح المصاحب لها فيخرب انتظام آلات السفن ثم ان بعض الطبيعيين ينسب الزوابع للنتايج الكهربائية وبعضهم ينسبها للرياح مخصوصة

الباب الثاني في الابخرة وما ينسب اليها من كائنات الجو

حيث كان الهواء مشتملا على رطوبة كثيرة ينشأ عنها بعض اجسام تسقط من الجو جعلوا لتعيين تلك الرطوبة ومعرفة مقدار انتشارها آلات تسمى ايجروميتر اى مقياس الرطوبة ومن حيث انهم جعلوه على انواع عقدنا له في هذا الباب فصلا مستقلا مشتملا على مباحث

الفصل الاول في الايجروميتر

هو كما ذكر آلة لتعيين الرطوبة وقوة انتشارها وينقسم اولا الى ما يبين ذلك بتكاثف البخار ويسمى بايجروميتر التكاثف والى ما يبينه بامتصاص البخار ويسمى ايجروميتر الامتصاص ولنتكلم على كل منهما على حدته فنقول

مبحث في ايجرميتر التكاثف

هو مؤسس على ان يؤخذ اناء اسطوانى من زجاج شفاف ينشف طاهره جيدا ويوضع في محل درجة حرارته عشرون فوق الصفر مثلا ثم يوضع في هذا الاناء ماء ويترك ليبرد بنفسه او يبرد شيأ فشيأ حتى يظهر على جدران الاناء من الظاهر ندى خفيف يتكون من تكاثف بخار الهواء فيعلم من ذلك درجة الرطوبة فان حرارة الماء اذا كانت في برهة ابتداء تكون الندى على جدران الاناء في درجة ثلاث عشرة فوق الصفر كانت قوة انتشار البخار الموجود في الهواء احد عشر من ميللي ميتر وثلاثة اعشار على ما مر في جدول انتشار البخار واذا كانت في درجة عشر فوق الصفر كانت قوة الانتشار تسعة من ميللي ميتر واربعة اعشار فعلى هذا لو كانت درجة حرارة المحل الذى تعمل فيه التجربة مساوية لدرجة حرارة الماء وقت تكون الندى كان ذلك دليلا على ان الهواء شبعان من الرطوبة اى ملآن بها وان كانت زائدة عن درجة الماء وقت تكون الندى كان ذلك دليلا على ان الهواء يابس جدا ومع ذلك فلا نسبة بين

درجة الرطوبة وكمية البخار مستقيمة فانا اذا فرضنا انه عملت اربع تجريبيات ايجرومترية احداها فى الشتاء والحرارة فى صفر والثانية فى الربيع والحرارة فى عشر فوق الصفر والثالثة فى الصيف والحرارة فى ثلاثين فوق الصفر والرابعة فى الخريف والحرارة فى عشرين فوق الصفر وكانت درجة الندى فى الاربع فى صفر لكان مقتضى ذلك ان كمية بخار الهوآء فى [illegible] واحدة وقوة الانتشار خمسة من ميللى ميتر على ما مر فى جدول الانتشار مع ان درجة رطوبة الهوآء مختلفة حيث كانت درجة الحرارة الحافظة لتباعد اجزاء البخار عن بعضها مختلفة ففى التجربة الاولى يكاد ان يكون الهوآء مشبعا من الرطوبة وفى الثانية يكاد ان يكون يابسا وفى الثالثة تكون يبوسته قليلة جدا لا يوجد مثلها وفى الرابعة يكون يابسا جدا ففى الصيف اذا وصلت الحرارة الى ثلاثين وكانت درجة تكون الندى خمس عشرة فوق الصفر او عشرين يكون الهوآء يابسا ومع ذلك فكمية البخار الموجودة فى الهوآء تكون اعظم منها فى ارطب اوقات الشتاء بخمس مرات

مبحث فى ايجرومتر التكاثف ذى الجفنة

الاناء الاسطوانى الزجاجى المار ليس هو الايجرومتر الحقيقى اى مقياس الرطوبة وانما هو بيان لما اسس عليه عمل الايجرومتر بالتكاثف الذى هو نوعان ذو الجفنة وايجرومتر دانيال [illegible] اخترعه المعلم بوييه وهو مكون على ما هو مرسوم فى [illegible] من جفنة س التى هى طست مموه بالذهب رقيق [illegible] من اربعة الى خمسة من سنتيمتر وارتفاعه من عشرة الى اثنى عشر [illegible] ميللى ميتر وفى قعره انبوبة د من معدنه متصلة بسدادة من عاج ب ب ومتصل بالانبوبة تيرمومتر كثير الاحساس ث ث نافذ فيها وقبته ت ظاهرة فى وسط الجفنة والدرجات المرسومة فى هذا التيرمومتر من صفر الى ثلاثين ويجعل فى باطنه قليل من الهوآء لئلا ينقسم عموده الزئبقى واللوح المثبت هو عليه [illegible] مشقوق من الخلف

وعليه صفيحة رقيقة من العظم الشفاف لمشاهد من خلفه رأس عمود الزئبق والدرجات مرسومة على تلك الصفيحة من الامام وعند التجربة يسكب فى الجفنة من الايتير سولفوريك مايغمر قبة ت فتى تصاعد الايتير بخارا برد الجفنة والتيرموميتر سريعا فعند ذلك يتأمل فى مبدء سير العامود الزئبق ومقدار ارتفاعه ويتأمل فى الجدران الظاهرة للجفنة الجافة اللامعة لترى البرهة التى تبتدئ فيها الغبوشة فتكون هى درجة تكون الندى

مبحث فى ايجرومتر التكاثف لدانيال

هو مركب من انبوبة منحنية خالية من الهوآء منتهية بكرتين فى طرفيها كما هو مرسوم فى الشكل (٢٤٦) احداهما من الزجاج الاسود مرسوم عليها ب والثانية من الزجاج المعتاد مرسوم عليها لـ ونصف كرة ت مملوء من الايتير و فى جزء ط من الانبوبة تيرموميتر صغير مدرج فاذا اريد عمل التجربة يصب على كرة لـ بعد لفها بطبقة من خرقة رقيقة من الايتير سولفوريك حتى يظهر الندى على الكرة السودا فينظر فى تلك اللحظة الى درجة الحرارة التى وصل اليها التيرموميتر فتكون هى درجة تكون الندى وسبب تكون الندى على الكرة السودا تصاعد الايتير الذى فيها بخارا من البرد المتولد على ظاهر كرة لـ بتصاعد الايتير المنصب عليها لكون البرد المذكور يكثف الابخرة الايتيرية الا [illegible] كرة ب الى كرة لـ والتيرموميتر الاخر يكون موضوعا على حالة [illegible] درجة حرارة المحل الذى فيه تعمل التجربة وهنالك آلة اخرى بمنزلة [illegible] مكونة من كرتين من زجاج قائمتين على انبوبة منحنية من زجاج كما [illegible] الشكل (٢٤٧) وهذه الآلة يسهل نقلها اكثر من السابقة لان [illegible] يمكن حملها فى محفظة وكيفية الوضع والاستعمال فيها لا تخالف الاولى وهذه الآلة عبارة عن التيرموميتر الاختلافى وينبغى ان تكون الكرة العليا اعنى كرة الانبوبة الحاملة للسيال الملون ملفوفة بخرقة رقيقة والاحسن ان تكون ملفوفة جملة

لفايف من ورق حريرى واحداث البرد بالاستحالة البخارية فى هذه يكون برش نقطتين او ثلاث من الماء او الايتير او الالكول بزغب ريشة على الكرة العليا هذا وقد نتج من المشاهدات الايجرومترية ان يبوسة الهواء اعنى تهيئته لقبول الرطوبة تزيد عن درجة الحرارة كلما ارتفعت درجة حرارته عن خمس عشرة درجة من المقياس المائتينى وتنقص عنها فيما قبل ذلك وقد وضعنا جدولا تتبين منه كمية البخار المحصور فى ميتر مكعب من الهواء على حسب درجات الترمومتر من عشرين تحت الصفر الى اربعين فوق الصفر وهذا هو الجدول

كمية البخار بالاجرام	درجات الحرارة
١ر٥	٠ر٢٠
٢ر١	٠ر١٥
٢ر٩	٠ر١٠
٤ر٠	٠ر٥٥
٥ر٤	٠٠٠
٥ر٧	٠×١
٦ر١	٠×٢
٦ر٥	٠×٣
٦ر٩	٠×٤
٧ر٣	٥
٧ر٠	٦
٨٠٢	٧
٩ر٧	٨
٩ر٢	٩
٩ر٧	١٠
١٠ر٣	١١

كمية البخار بالاجرام	درجات الحرارة
١٠,٩	١٢
١١,٦	١٣
١٢,٢	١٤
١٣,٠	١٥
١٣,٧	١٦
٢٤,٥	١٧
١٥,٣	١٨
١٦,٢	١٩
١٧,١	٢٠
١٨,١	٢١
١٩,١	٢٢
٢٠,٢	٢٣
٢١,٣	٢٤
٢٢,٥	٢٥
٢٣,٨	٢٦
٢٥,١	٢٧
٢٦,٤	٢٨
٢٧,٩	٢٩
٢٩,٤	٣٠
٣١,٠	
٣٢,٦	٠٣
٣٤,٣	٣٣
٣٦,٢	٣٤
٣٨,١	٣٥

كمية البخار بالاجرام	درجات الحرارة
٣٥٫٢	٣٦
٤٢٫٢	٣٧
٤٤٫٤	٣٨
٤٦٫٧	٣٩
٤٩٫٢	٤٠

مبحث الايجرومتر بالامتصاص

هو آلة تعرف بأجسام تمتص رطوبة الهواء فتطول وتقصر اذا فقدت الرطوبة فمن استطالتها وقصرها تعلم حالة الهواء ومقدار رطوبته ولا اذكر من انواع هذه الآلة الا المنسوب الى سوسور ويسمى بالايجرومتر ذى الشعرة وصورته مرسومة فى الشكل (٢٤٨) وابسط انواعه ما كانت فيه الشعرة مرتبطة من طرفها العلوى بشبه جفت صغير يتحول عن محله بواسطة برمة ل ولولب د وطرفها السفلى ملتف على احد الحزين لبكرة ب والحز الثانى ملفوف عليه خيط من حرير حامل للزنة الصغيرة و المعدة لحفظ الشعرة متوترة دائما على حالة واحدة فاذا كان الهواء رطبا امتصت الشعرة الرطوبة فتطول وتلتف على البكرة بواسطة ثقل الزنة و فيتحرك العقرب على وجه الساعة الى جهة ك ويعلم بذلك مقدار الرطوبة للهواء واذا كان الهواء يابسا جفت الشعرة وقصرت فتنعكس حركتها ويسير العقرب الى جهة ن فتعلم يبوسة الهواء ويمكن ان يجرب احساس هذه الآلة بالنفخ عليها بالفم ولو مرة فيسير العقرب بتأثير رطوبة النفخة فى الشعرة ثم ان رسم الدرج على وجه الساعة يكون بوضع الايجرومتر تحت ناقوس آلة مفرغة ثم يعمل الفراغ او يجذب الرطوبة من الهواء بواسطة كلورور الكلسيوم بان يوضع فى اناء تحت الناقوس ليتشرب رطوبة الهواء ويرسم الصفر على النقطة التى يقف فيها العقرب ليكون علامة على اليبوسة الزائدة لكن بعد ان تكرر العملية

مدة ايام لينضبط محل الوقوف الاخير للعقرب على وجه الساعة ويتعين محل الصفر تعيينا جيدا ثم يوضع الايجروميتر ثانيا تحت ناقوس جدرانه من الباطن مبلولة بالماء المقطر والناقوس موضوع على صحن فيه بعض خطوط من الماء ويترك الايجروميتر على ذلك مادام العقرب سائرا فاذا وقف رسم فى نقطة الوقوف رقم المائة هكذا ١٠٠ ثم يقسم على قوس وجه الساعة ما بين الصفر والمائة مائة جزء متساوية فكل جزء منها هو درجة من الرطوبة ويلزم فى الشعرة التى تجعل فى الايجروميتر ان تكون من شعر طويل املس ازيل عنه الدهن بغسله بماء فاتر محلول فيه قليل من القلويات وبعد جفافه ينتخب اجوده ويندر ان تستمر الشعرة فى حالة الجودة اكثر من سنة واحدة وقد تعوض الشعرة بخيط رقيق من رق الغزال اومن وتر اوغير ذلك لكن لا تتوفر شروط الاتقان الا فى الشعر ومنفعة الايجروميتر عظيمة فى اعتبار مزاج هواء الاماكن والكرخانات والمارستانات والقشل ونحوها لان السكنى فى الرطوبة المفرطة كثيرا ما تسبب امراضا وتضر بكثير من محصولات الصنائع

المبحث الثالث فى الاتموميتر اى مقياس الرطوبة المتصاعدة من الاسطحة المبتلة

الاتموميتر آلة بها تعرف كمية البخار الصاعد من سطح الماء اوسطح مبتل بالماء فى زمن معين كساعة اويوم وهى مكونة كما فى الشكل (٢٤٩) من كرة من فخار كثيرة المسام لـ قطرها س [illegible] الى ثلاثة يوصل بعنقها ط انبوبة ب ب منقسمة اقساما كل قسم منها . . . ا ما يكفى لان يبل السطح الظاهر من الكرة بطبقة من الماء لا [illegible] جزء من الف جزء من القيراط والذى يسد الانبوبة سدا محكما جزء [illegible] هذه الآلة ان تملأ الانبوبة ماء بعد مسح الكرة مسحا جيدا فـ[illegible] ينضح من مسام الكرة مقدار من الماء كميته تساوى الكمية التى تستحيل بخارا وهذه الكمية تقاس بالنسبة لبعض الماء المنحصر فى الانبوبة لان تصاعد

البخار كما قلنا يكون على حسب رطوبة الهوآء المحيط بالآلة كثرة وقلة

الفصل الثاني في الطل والنداو الصر والجليد

الطل هو الرطوبة الساقطة بالليل المتكونة في مدة النهار من البخار الصاعد من الارض بحرارة الشمس فاذا غربت الشمس لم يكن في الهوآء حرارة كافية لبقائه في الحالة البخارية فيتكاثف جزء منه ويتكون الى قطرات تنزل بالليل وتبل ما تقع عليه من الاجسام وهو يختلف قلة وكثرة على حسب الاماكن فيكون كثيرا قرب الانهار والبحيرات والاودية والوهاد وشواطئ البحار لكثرة البخار المتصاعد من تلك الاماكن مدة النهار ثم ان قطراته تكون اولا رقيقة جدا غير مدركة على الاجسام فاذا كثرت تكونت الى طبقة رقيقة او غليظة على حسب ما في الهوآء من البخار وهذا مشاهد في الاسكندرية مدة السنة بتمامها الا انه متى قرب الغروب تجد على الارض طبقة من الرطوبة ظاهرة جدا * والندآء شبيه بالطل في التكون الا انه يتكون على الاجسام بسبب ما فقدته من حرارتها في الليالي المتوسطة في البرودة تفقد الاجسام جزأ من حرارتها على حسب قوتها المشععة للحرارة فان النباتات مثلا قد تكون حرارتها في الدرجة الثالثة او الرابعة والهواء الذي فوقها والمحيط بها يكون في الدرجة الثامنة او العاشرة فبالضرورة يتكاثف البخار الكامن في الطبقات السفلى للهواء طول الليل على الاجسام التي تكون ابرد منه سيما اذا كان الهواء رطبا جدا فيستحيل ذلك البخار الى سائل غزير كاف لان يصير قطرات لامعة يبقى معلقا باوراق النبات او منتشرا عليها وكذا بقية الاجسام فتكون جميع الاجسام في هذه الحالة كانها جفنة ايجروميترية او كانها الكرة السوداء في ايجروميتر دانيال غير ان الريح دائما يعوق تكون النداء فان سرعة تجدده على الاجسام تعوض جزءا من حرارتها التي فقدتها بالتشعع وقد جرب بالفعل انه متى هب ريح قوى صارت درجة الحرارة في الاجسام قريبة من درجة حرارة الهواء ومتى كان الجو غير صاف بل مغطى بالغيوم كانت قوة التشعع

فى الاجسام اقل مما تكون وقت الصحو فيكون الندى اقل اما اذا كان الهواء هاديا والجو صافيا بدون غيوم كان الندى كثيرا سيما اذا قلت حرارة وجه الارض فان نقصت هذه الحرارة حتى يتجمد الندى تكون على الاجسام بلورات صغيرة من جليد خفيف جدا يسمى ذلك بالجليد الابيض اذا كان على النبات والحشائش فان تراكم على الاشجار على هيئة شراقات وندف كالقطن المنفوش سمى بالصر فان انتشر على النبات كالبرنجك منع اظهار حرارة الارض بالكلية حتى لا تتغطى بالجليد الابيض فان زاد ذهاب الحرارة من الارض يحدث عليها الرطوبة والماء جمودا عظيما

الفصل الثالث فى الضباب والسحاب

الضباب ابخرة مائية تتكاثف فى الجو حتى تمكن مشاهدتها وتزيد تكاثفها كلما ارتفعت درجة حرارة المياه التى نشأت هى منها عن درجة حرارة الهواء وزادت رطوبة الهواء ايضا ولذا كان الضباب يشاهد فى الصباح والمساء ايام فيضان النيل على وجه الارض وعلى اسطحة المياه سابحا فوقهما مكونا الطبقة محدودة وعلوه فى بعض الاحيان لا يجاوز رؤس النخل وبالجملة فتكون الضباب سهل الادراك ويمكن الانسان ان يعمل ضبابا اذا غلى الماء فى محل الهواء فان البخار المتصاعد منه كالبخار الذى ينعقد منه الضباب يتكاثف الى حد المشاهدة لا الى حد به يكون فيه ثقل يكفى لسقوطه وهذا البخار لا يشاهد بقرب سطح الماء فى حال الغليان ومما ينشأ عنه الضباب ايضا اختلاط هوائين متشبعين من الرطوبة مختلفى الحرارة فان الحرارة المتوسطة الناشئة من هذا الاختلاط خفيفة تكفى لحفظ البخار على حالة لا يبصر فيها مثال ذلك اذا كان هناك هواء متشبع من الرطوبة درجة حرارته خمس عشرة فوق الصفر وخلط بهواء متشبع من الرطوبة درجة حرارته خمسة كانت الدرجة المتوسطة لهما عشرا وقد ذكرنا ان قوة انتشار البخار الذى درجة حرارته خمس عشرة درجة ثلاثة عشر من ميللى ميتر والذى

درجة حرارته عشر سبعة من ميالى مية فلتكن القوة المتوسطة عشرة من ميالى ميتر بحيث كانت درجة حرارة الهوآء المفروض هنا عشرا وقوة الانتشار فيه تسعة يلزم ان يتحيل البخار الى حالة يصير فيها واما السحاب فهو قطع ضباب فيما نحن تقذفها الرياح من محل الى محل فتسير في الجو وتتكون من التقاء هواءين رطبين مختلفين في الحرارة ومن تكاثف الابخرة الصاعدة من اسطحة المياه والاراضي الرطبة وزعم بعض الناس ان الابخرة تكون في الغيم على هيئة الحبب الصغير جدا الذي يشاهد على سطح المياه المغلى سيما اذا كان اسود كالقهوة وهو اخف من الهوآء ولذا يحمله ويسيره

الفصل الرابع في المطر والثلج والجريزيل اى المطر الرفيع جدا والويرجلاس اى الذى يجمد حال نزوله على الارض

متى تكاثفت الابخرة التي في السحاب بسبب تراكم الغيوم اولاقت كهربائية اومر فيها تيار من هوآء بارد وغير ذلك من الاسباب المجهولة لنا سقطت مطرا وقد تجمد تلك الابخرة وهي نازلة في الهواء وتتكون بلورات صغيرة من جليد ثم تجتمع وتصير ندفا خفيفة وتسقط ثلجا وهذا هو حقيقة تكون المطر والثلج ويعسر الوقوف على حقيقة سبب ذلك واما الجريزيل فهو المطر الرفيع جدا اذا تجمد في الهوآء على هيئة [illegible] تجتمع مع بعضها وتتكون منها بلورات صغيرة غير منتظمة [illegible] ربما الويرجلاس فهو طبقة رقيقة من جليد شفاف يغطى ال[illegible] [illegible] ـات وشرط تكونه برودة الهواء بردا كافيا لجموده حال و[illegible] ـن ثم ان معرفة كمية المطر الساقط في الاماكن المختلفة من [illegible] رمهم في باب كائنات الجو به يعلم ان مرات المطر في الاقاليم المتوسطة وما قريبة من القطبين اكثر منها في الاقاليم التي تحت خط الاستوآء وان كانت كمية المطر في هذه اكثر منها في تلك بكثير بحيث يكون مقدار ما يمطر في يو

فى بلاد خط الاستواء قدر ما يمطر فى المعتدلة والقريبة من القطبين فى ستة اشهر بل قد يكون قدره فى سنة وحيث كانت معرفة ذلك مهمة فى هذا الباب جعلوا له مقياسا مخصوصا نذكره هنا فنقول

الكلام على الاودوميتر اى مقياس ماء المطر

هو آلة بها يعرف مقدار المطر الساقط فى كل بلد من البلاد فى مدة السنة والنوع المعتاد منه هو المرسوم فى الشكل (٢٥٠) وهو اسطوانة من نحاس قطرها من ستة قراريط الى ثمانية مفتوحة من الاعلى ليقع فيها المطر وينفذ من المخروطى الآتى واما غطاء اسطوانى ايضا عالى الحوافى ص اسفله مخروطى فى وسطه فتحة ط ويوفق باستحكام على الاسطوانة الاولى ح وفى مقر هذه الاسطوانة انبوبة من نحاس منحنية من ب الى س وفيها من س الى اعلى انبوبة زجاجية ز مدرجة بدرجات يعلم بها مقدار ارتفاع السائل فى باطن الاسطوانة ح ويلزم فى تركيب هذه الآلة ان يقاس قطر الاسطوانة ليجعل على حسبه قطر الانبوبة وان تدرج الانبوبة الزجاجية بالقراريط وبالسينتى ميترو الميللى ميتر معا وهنا نوع آخر من انواع الاودوميتر وهو المرسوم فى الشكل (٢٥١) يمتاز عن الاول وماء المطر فيه يسقط من الغطاء ط وقطر فتحة هذا الغطاء ستة وسبعون من سينتى ميتر ثم ينزل الى طاسته ص التى قطرها اربعة وعشرون من سينتى ميتر وسطحها عشر سطح الغطاء وفى سطحها الباطن تقسيم سينتى ميترى يدل على قدر المطر الساقط فيها ويوجد هنا اوانى صغيرة مدرجة لقياس الكسور الدقيقة وبعد انتهاء العد [illegible] فى الماء من موصل لـ وقد وضعنا هنا جدولا لمقادير الامطار الواقعة [illegible] البلاد المختلفة بالقدر المتوسط معتبرة بالسينتى ميتر الذى كل ثلاثة [illegible] تساوى قيراطا وهذا هو الجدول المذكور

فرانسا			انكلاتيرا	
باريز	مرسيليا	ليون	ليفوبول	مانشيستر
٥٦	٤٧	٨٩	٨٦	٨٤

الطاليا				بلاد الموسكوف
بندقيه	نابلي	ميلان	بيزه	بيتروبورغ
٨١	٩٥	٩٦	١٢٤	٤٦

جزيرة ماردوسينغ	اميريكا	كالكوته	بونباى
الرأس الفرنساوى	غرناطه الجديدة	٢٠٥	٢٠٨
٣٠٨	٢٨٤		

وقد شوهد فى بونباى فى يوم واحد سقوط مطر كان ستة عشر سنتى ميتر اعنى ستة قراريط من الماء وذلك يقرب من ثلث ما يسقط فى باريز فى سنة كاملة وقد سقط فى كايين فى مدة عشر ساعات ٢٨ سنتى ميترو هو اكثر من عشرة قراريط من الماء وهذا نصف ما يسقط بباريز فى سنة كاملة واغزر مطر شوهد فى الدنيا من مدة اربع عشرة سنة ما وقع فى جينوه من الاوربا وهو انه سقط مطر غزير فى يوم واحد فكان ٨٧ سنتى ميتر من الماء وهى قدمان ونصف اعنى نحو ثلاثين قيراطا

الفصل الخامس فى الثلج الاحمر والمطر الاحمر وفى الاجسام الساقطة من الجو

الثلج المعتاد فى اشد البياض وقد شوهد الثلج الاحمر على الجبال الشامخة بجبال الالب والبيرنيه من الاوربا وعلى شواطئ ثغر باقين من الاميريكا ذكر ذلك قدماء الطبيعيين ومنهم بولين وسمك الثلج المذكور بعض قراريط وامتداده على الارض قليل وقد ظهر من الامتحانات الكيماوية ان لونه حاصل من اكر صغيرة من بوافى نباتيه اومن نبات صغير من طائفة الداموك اومن قطر صغير من جنس الاوريدو وقد وجد الثلج الاحمر ايضا فى قطع جليدية كبيرة توجد فى بعض الاحيان سابحة فى البحور القطبية وفى مملكة نابلى وشوهد

فى الكلابرتيين بايطاليامن نحواربع وعشرين سنة سقوط مطرقطرانه حمرا غليظة فمن الناس من ظن انه قطرات دم ومنهم من زعم انها قطرات نار والواقع ان هذه الحمرة فى المطرناشئة عن اتربة حمراء وقد التقط من هذه القطرات المعلم سمانتينى وامتحنها فوجدها لطيفة الملمس ارضية الطعم وفيها اتربة فى غاية الدقه وان هذه الاتربة اذا عرضت للنار تسمر ثم تسود ثم تحمر وتفقد عشر زنتها ولا يحصل منها فوران من مماسة الحوامض الشديدة ووجد فيها بالامتحان الكيماوى صواناوشبيناوجيرا واسيدسولفوريك وحديدا وكروما وجواهر راتينجية وقد ذكر فى التواريخ انه شوهد بعد الهجرة بنحواربعين سنة فى القسطنطينية سقوط مطرمن تراب احمر وشوهد فى بغداد من نحو ثلاثة قرون مطرمن رمل احمر ومن نحوقرن ونصف سقط فى بلاد الارمن فى بحيرة و ن جسم ملتهب صبغ الماء بلون الدم وانشقت الارض حوالى محل السقطة وشوهد غيرمرة فى الاوربا والاميريكا امطارمن اتربة حمرأواكثرهذه تسميها العامة امطارامن دم اونار وكذلك يسمون الامطار التى تكون من الرماداومن مواد بيضاء كالتى تقرب من الهلاميبة اوالليفية والتى تشبه قطع شعر الخيل اوقطع خيوط الحريرالازرق اومن مواد هشة تشبه مادة الورق محترقة نصف احتراق اومواد عفنة لذاعة اوتراب اسود باسماء مخترعة على حسب مايزعمون فيها فيقولون مطرالرماد ومطرالمن وغيرذلك معتقدين انها تكونت فى الجوّ وماهى الامواد اقتلعها من الارض هبوب العواصف وارتفعت مع الهواء ثم التفت بها الامطار الطارئة وسقطت نحوالارض مع المؤتفكات ومن نحو تسع سنين سقط فى بلاد الفرس قرب جبل الجودى مطرمن بزرصار على الارض طبقة سمكها نحو ستة قراريط اكل منه الضأن وبـ . منه الناس خبزا وارسلوا منه الى بلاد الموسكوف فارسل منه قنصل فرانسا ا ى ببلاد الموسكوف الى باريز فبعد البحث عنه تحقق ان هذا البزر بزر الليكين الموجود بكثرة فى الاماكن العالية الشمالية تصنع منه القبائل التى هنالك دقيقا ويجعلونه خبزا

الكلام على الحجارة الساقطة من الجو

الحجارة المذكورة تسمى الابروليت اعنى حجارة الهوآء واصلها مجهول الى الآن ويغلب على الظن انها قطع حجرية مقذوفة فى الهوآء من انطلاق جبال النار وقد وقع ذلك كثيرا من نحو خمس وثلاثين سنة التقط منها جانب فى بلاد الاوربا والاميريكا واهل الصين والياپون يلتقطون منها كثيراً واذا عمل بما فى كتبهم من انهم شاهدوا منها اشياء قبل البعثة بنحو الف وثلاثمائة سنة وكانوا يظنون انها حجارة ساقطة من السماء اوانها نجوم سقطت الى الارض واستحالت احجار اعلم ان ذلك موجود من قديم الزمان

الباب الثالث فى الكهربائية الجوية

السابقون من الطبيعيين كالمعلم اوتوديغريك ووال من الذين ادركوا وجود الشرارة الكهربائية شبهوها بالصاعقة فقالوا ان مثل ضوء الشرارة وقعقعتها مثل البرق ثم الرعد وحصل بينهم فى ذلك فى اول الامر مجادلات طويلة وكلام كثير والمعول عليه فى مثل هذه الامتحانات والتجريبيات فاول من عمل التجريبيات فى هذا الباب المعلم فرانكلين بالاميريكا وهو الذى نبه على خواص الاسنة فى الكهربائية فقال ان الاسنة اذا اقيمت فى محل مرتفع جدا فى الهوآء جذبت الكهربائية من السحب وكان اول من تجاسر على جذب الكهربائية من السحاب وعمل لذلك طيارة مثل التى يلعب بها الصبيان ويطيرونها فى الجو فركب عصوين على هيئة الصليب وبسط عليهما منديلا من حرير وجعل فى تلك الطيارة سهما السن دقيق ... فى الطيارة حبلا طويلا يجذبها به ثم خرج للفلاة ينتظر ظهور المز... ولم يكن معه الا ابنه لانه لم يعلم بذلك غيره خوفا من استهزاء الناس به ... بتجربته فاغتنم فرصة اول موتفكة ظهرت وارسل الطيارة نحوها وكان يظن انه يستفيد منها كهربائية غزيرة ولم يحصل منها على طائل ثم بعد قليل من الزمن رأى ان بعض شغانيف الحبل ترتعش ثم سمع نسيما لطيفا يخرج من الحبل ففرح غاية الفرح وقرب اصبعه من الحبل فتأثر بشرارة

قوية خرجت من الحبل وتبعتها شرارة اخرى وهكذا فصار كانه يلعب
بالصاعقة وكان ذلك فى اول الصيف من سنة ١٧٥٢ عيسوية اعنى من نحو
خمس وثمانين سنة ثم فعل هذه التجربة فى العام الثانى المعلم ديروماس احد
المتوغلين فى الشرائع الافرنجية لكنه ضم للحبل سلكا معدنيا على طول الحبل
اى الشرر خارجا من هذا الحبل على هيئة خيط رفيع ثم على هيئة صفائح
بعضها يبلغ طوله تسعة اقدام وبعضها عشرة وعرضها قيراط واحد وكان
للشرارة صوت كصوت الطبنجة وكان قد احترز عن ان يصاب بذلك بربطه
حبل الطيارة فى ملواى ومع ذلك استلقى على ظهره فى بعض الطلقات من
شدة الرجة وقبل تجربة المعلم فرانكلين السابقة بشهر نصب المعلم الطبيعى
الفرنساوى المسمى داليبور الذى كان عارفا بخواص الاسنة فى محل قريب
من باريز باربعة فراسخ قضيبا من حديد طوله اربعون قدما ينتهى بسن دقيق
غرزه فى وسط لوح من خشب له اربعة ارجل من زجاج وتلقى به سحابة فامتلأ
ذلك كهربائية فكان ينطلق منه شرر كالذى ينطلق من الالة الكهربائية
حتى ملأ من تلك الشرارات زجاجات ليد وبهذه الصاعقة السحابية اى
الكهربائية المنحصرة فى زجاجات ليد نشأت النتايج المتحصلة بكهربائية
الالات الكهربائية ثم ان كهربائية السحب بعضها موجب وبعضها سالب
وبذلك فسرت تموجات السحب ومصادمتها لبعضها وقت حصول الرعد
والصواعق ليست الا جملة شرارات تنطلق دفعة واحدة فيحصل
فى الهوآء اهتزاز قوى واما الرعد فهو الصوت الذى يحصل من ذلك الانطلاق
ويصل الينا ببطئ على حسب بعد السحب الحاملة للصواعق عنا وعلى حسب
اتساع السحب يطول سماعنا لصوت الرعد ومن المعلوم ان الد... تقطع
فى الثانية الواحدة ثلاثمائة واربعين ميترا فاذا كان الانسان و... فى ...
اتجاه البرق وكان البعد بينهما ثلاثمائة واربعين ميترا رأى لمعان ...
متعرجا ثم بعد ثانية يسمع ابتدآء القرقعة الصادرة من اهتزاز طبقة ... وآء
القريبة منه ثم يصله الصوت من بقية الطبقات شيأ فشيأ فاذا سمع صوت الرعد

مدة عشر ثوانى بدون انقطاع علم ان طول السحابة المرعدة التى قطعها البرق ثلاثة آلاف واربعمائة ميتر وذلك حاصل من ضرب العشرة فى الثلاثمائة واربعين فاذا كان الانسان واقفا تجاه وسط المسافة التى قطعها البرق التى هى ثلاثة آلاف واربعمائة تسمع قرقعتين احداهما فى اليمين والثانية فى الشمال واذا اراد انسان ان يعرف قدر بعده عن السحابة الصاعقية فاليعد الثوانى التى تمضى بين ابتداء ظهور البرق وسماع صوت الرعد فكل ثانية يعلم منها البعد بثلاث مائة واربعين ميترا كاملا وكل انسان عنده طريقة فى حساب هذه المسافة بالنبض فان كل نبضة محسوبة بثانية واما اختلاف صوت الرعدة الواحدة بالقوة والضعف فمن طبقات الهواء لان بعضها يابس وبعضها كثيف وغير ذلك

الفصل الاول فى سقوط الصاعقة

اذا لمع البرق من السحابة فقد تمت نتايج الصاعقة فتى مضت برهة لطيفة بين لمعان البرق وسماع الرعد فقد أمن من ضررها فان لم يمض بينهما شئ بان كان الانسان قريبا من محل الصاعقة وسمع الرعد مع مشاهدة البرق فى ان واحد امكن ان يصاب بالصاعقة فى مرورها ولنتكلم هنا على كيفية انفجار الصاعقة فنقول من المعلوم ان انطلاق الكهربائية انما يحصل باتحاد كهربائية الاجسام مع بعضها فاذا قرب السحاب من الاجسام الارضية طلبت الكهربائية السحابية ان تتحد بالكهربائية الارضية فتنبجس بينهما شرارة كهربائية هى البرق وحينئذ يقال ان الاجسام الارضية صعقت ولنذكر لذلك مثالا لنوضح المقام فنقول اذا فرض ان سحابة عظيمة مملوءة من الكهربائية الزجاجية سائرة فوق بحيرة كبيرة من الماء بعيدة عنها كما هى العادة بفرسخ اوفرسخين اوثلاثة والفرسخ الغالواز كامل حصل بينهما فعل بالتأثير فالكهربائية الطبيعية للماء ينحل تركيبها فينفر سيالها الزجاجى وينجذب الراتينجى الى سطح الماء فيحصل من ذلك تفاعل قوى فى الماء بحيث ترتفع كتلة

الماء وتبقى ظاهرة كجبل من الماء مادام الفعل الكهربائى مستمرا فاذا اتحدت الكهربائيتان لمع البرق وحصل الرعد وانصعق الماء اى سقطت فيه الصاعقة فيضطرب وتتلاطم امواجه واذا لم تتحد الكهربائيتان بان تباعد السحاب عن الماء وعاد الماء الى حالته الاولى شيأ فشيأ فينبسط ولا يحصل برق ولا رعد وتعود كهربائيته كما كانت اولا فتنزل الراتينجية التى كانت مفرطة على سطحه شيأ فشيأ ثم اذا تلاقت السحابة المكهربة كهربة زجاجية مع سحابة اخرى اومع جسم من الاجسام موجود فى الجو اوفى الارض ولو كان بينهما بعد لا يمنع اتحاد الكهربائيتين انطلقت السحابة بالفرقعة وكف فعلها عن الماء فينبسط بقوة واضطراب وتهوى كهربائيته الراتينجية دفعة الى قعر البحيرة ليعود تركيبها بسرعة مع الزجاجية التى كانت انفصلت عنها وينصعق الماء ح بما سميناه فى باب الكهربائية بصدمة الرجوع مع ان الصاعقة لم تسقط فيه اعنى انه لم يحصل انطلاق بين الماء والسحابة وما ذكرناه من انطلاق كهربائية السحاب على الماء يوضح ما يحصل من انطلاقها على الارض غير ان الفعل بالتأثير لا يكون بين السحابة والارض كما يكون بين السحابة والماء لاختلاف احوال الكهربائية فى الارض باختلاف جودة قوة التوصيل فى الاجسام المرتفعة على سطحها والاجسام التى فى باطنها فان كان الاجود فى ذلك ما على سطحها حصلت الطلقة الصاعقية عليه وان كان ما فى باطنها كالاجسام المعدنية حصلت الطلقة عليه فتشق الصاعقة الارض لتصل الى تلك الاجسام فان تساوى الجسمان فى قوة التوصيل فما ارتفع عن سطح الارض ولو قليلا حصلت عليه الطلقة ويكون هو المعرض للاصابة بالصاعقة ولا فيعلم من ذلك ان الاشجار العالية من حيث انها جيدة التوصيل لنداوتها بالامطار وبالعصارات الجارية فيها تصعق مرات كثيرة اكثر من الاشجار المنخفضة عنها ببعض اقدام فاذا لم يكن فى سهل الا ايكة واحدة اى شجرة ولو من النخل ورعدت سحابة فلا يصعق فى ذلك السهل الا الايكة فاذا كان قرب هذه الايكة انسان ولم يصب بالصعقة خيف عليه

من ان يصاب بصدمة الرجوع وهى اقل ضررا من صدمة الصاعقة فينبغى التحرز عن الجلوس تحت الاشجار او المرور عندها مدة الصواعق فان فقدت وسائط التحرز عن الصاعقة فاجود ما يفعله الانسان ان يتباعد عن كل مرتفع حوله وينام على الارض وليتنبه للاحتراز عن ان يقيم الانسان فى شمال فى روسها او واسطتها بعض اجسام موصلة للكهربائية فمن المحقق انه اذا مرت سحابة صاعقية على منارة صعقتها بسبب ارتفاعها عن البيوت المجاورة لها ووجود الاسنة المعدنية فى هلالها وكثيرا ما وقع ذلك فى البلاد الاسلامية التى تكثر فيها الصواعق وقد علم مما مر ان الصواعق تصيب من الاجسام ما كان اجود فى التوصيل ولو كان اقل ارتفاعا او اكثر صغرا فاذا مرت صاعقة على بناء انجذبت منه لنزولها عليه ما كان اجود توصيلا كقطعة مسمار من الحديد تكون فيما بين الحجارة وسنذكر اختراع مانعة الصواعق مؤسس على ما عرف من المشاهدات السابقة ومعلوم ان قوة الصواعق شديدة جدا فتى وقعت فى بيت قلبته مع ما فيه من الامتعة وغيرها وغيرت حاله وربما قذفت حجارته او كسرتها وقد شوهد انها محت بعض القضبان الحديدية وان صادمت اكوام تبن او حطب او غيرهما مما يسهل احتراقه احرقته وانتشر شرره وكثيرا ما شوهد فى الضياع ان بعض اشجارها مشقوق من اعلا الى اسفل ومحترق بعض محال منه بسبب الصواعق بل شوهد فى بعض روس الجبال ذوبانها واحتراق حجارتها منها وكثيرا ما يموت بها الناس والمواشى فجاءة او بعد زمان يسير ومن الناس من تشاهد ملابسه محترقة وفى جسمه اثلام طويلة من الاحتراق وقد شوهد من الصواعق ما مر فى داخل المساكن وصرع اهلها او قتلهم او نقلهم الى بعد خطوات مغشيا عليهم ثم افاقوا متعجبين مما حصل لهم حيث لم يسمعوا صوت الصاعقة التى اصابتهم واحرقت ثيابهم وجرحتهم

الكلام على مانعة الصواعق

قد عرف مما مر فى هذا الفصل وغيره فائدة مانعة الصواعق وقوة وقايتها من الخطورة . كانت من مدة سنين قضيبا من الحديد طوله اربعون قدما منتهيا اعلاه بسن دقيق من البلاتين لئلا يتأكسد ويذوب من الصداء فى الهوآء او كان من معدن آخر ولم يلتفت الى ان وضع القضيب بهذه الحالة على البناء يكون معرضه للصاعقة اكثر من ان يصونه عنها فلذلك اضافوا له ما يمنع كهربائية الصاعقة عن البناء فوضعوا بجانب قاعدة القضيب المذكور سلسلة من سلوك من حديد واوصلوها الى بئر فى باطن الارض وجعلوا هذه السلسلة مرتكزة فى مرورها بجانب طول البنيان على اعمدة من الخشب ونحوه لتبعد عن البنيان قليلا وجعلوا نهاية هذه السلسلة سلوكا رفيعة من حديد متشعبة فى ذلك البئر تسرى فيها الكهربائية للارض بسهولة واحسن من ذلك اذا كانت متشعبة فى ماء البئر والذى استحسنوه الان فى مانعة الصواعق ان جعلوا طولها سبعة وعشرين قدما ومركبة من قضيب من الحديد طوله خمسة وعشرون قدما متصل به قضيب اخر صغير من النحاس الاصفر طوله اثنان وعشرون قيراطا وفى طرفه ابرة من البلاتين طولها قيراطان تلحم مع القضيب النحاس بفضة ويحاط محل اللحام بانبوبة صغيرة من النحاس وقطر قاعدة القضيب الحديد قيراطان ثم يأخذ فى النقص تدريجا الى ان ينتهى طرفه بحفرة صغيرة يوضع فيها الطرف السفلى من القضيب النحاس المنتهى ببرمة وهناك برمتان جانبيتان ايضا يقويان اتصال القطع ببعضها فاذا هيئت مانعة الصواعق على هذه الكيفية كانت مأمونة من ان يمكث ماء المطر اسفل القضيب فيصدأ ثم يجعل بعيدا عن القاعدة بقيراطين حلقة من حديد تفتح وتقفل برزة او ببرمة وتلك الحلقة تكون محل ابتداء موصل الصاعقة وهو قضيب مربع من الحديد عرض كل من اسطحته سبعة خطوط او ثمانية ينزل من الحلقة الى البئر فى الارض وينتهى بسن دقيق او يجعل بدله السلسلة المصنوعة من الحديد المنتهية بسلوك دقيقة الاطراف كسن السهم ولجعل كل من القضيب المربع

اوالسلسلة مرتكزا في كل عشرة اقدام على حمالة اووتد من الحديد ليبعد عن جدران البيوت بنحو خمسة قراريط اوستة واهم الامور هنا ان يجعل محل الاستفراغ في الارض بئرا لا يجف ماؤه اومجرى ماء وان تملأ القناة النازل فيها الموصل بفحم المطابخ من حواليه ليحفظه من الصداء وليكون مساعدا للجريان الكهربائية على الموصل من حيث ان هذا الفحم من انواع الموصل الجيد للحرارة فان لم يتيسر البئر اومجرى الماء عمل بدله سرداب رطب في الارض وجعلت اطراف الموصل في قنوات طويلة تملأ من هذا الفحم فان قيل اذا صنعت مانعة الصواعق على هذه الكيفية فما يحصل اذا مرت سحابة مكهربة كهربائية زجاجية مثلا يقال في جواب ذلك ان الكهربائية الطبيعية للقضيب وللموصل وللارض المجاورة لذلك يحلل تركيبها بالتأثير فتذهب الراتينجية منها بكثرة نحو السن مجذوبة بالزجاجية التي للسحابة وينمحق جزء من زجاجية السحاب باتحاده مع الراتينجية الصاعدة للسن فيكون فعل المانعة اقوى واسرع كلما قربت منها السحابة واما زجاجية المانعة فتغوص في الارض وبحسب ذلك تحصل دورة كهربائية قوية من الارض الى اعلا ومن اعلا الى الارض بدون ان يتحد السيال الكهربائي في محل واحد وبدون ان يحصل انطلاق اصلا فيتأتى للانسان حينئذ ان يقرب من المانعة ومن الموصل ويلامسهما ولا تحصل له الرجة ولا الاضطراب لكن لا يصنع ذلك اذا انقطع الموصل اوكانت اطرافه الدقيقة التي في الارض غير حادة اولم تكن متصلة بالارض لان الجهاز في هذه الاحوال يكون كآلة كهربائية مفعمة بالكهربائية تجتهد في ان تفرغ كهربائيتها في الاجسام القريبة منها وتنتخب ما كانت قوة التوصيل فيه اجود فقد حكي ان سبب موت المعلم رشمان الطبيعي الموسكوفي انه كان دنى من مانعة الصواعق التي على سطح داره ليبحث عن نتايج الكهربائية وكان موصل المانعة مقطوعا واحد اصحابه ينظر اليه فرآى ان شرارة كجمع الكف خرجت من المانعة واصابت جبهة المعلم المذكور فمات لوقته واذا تلم حد

السن الاعلا من مانعة الصواعق صدمته الصاعقة ويمكن ان تذيبه لكنها تسرى على موصله وتستفرغ فى الارض واذا وجد على اسطحة البيوت التى لها مانعة الصواعق مواد معدنيـة امكن ان تجذب تلك المواد السحابة الصاعقية ويحصل من ذلك ضرر عظيم فينبغى للتحرز عن ذلك ان توصل تلك المواد بالمانعة توصيلا متقنا ليكون الجذب العظيم للمانعة وقد ثبت بالتجربة ان مانعة الصواعق اذا كان طول قضيبها سبعة وعشرين قدما حمت من ما حواليها بقدر دائرة شعاعها وهو ستون قدما من جميع الجهات وتوجد الآن مانعة الصواعق فى السفن الحربية عند الفرنساوية والانكليز وهى سلسلة من نحاس معلقة برأس الصارى الاعظم وفى رأس ذلك الصارى سهم من حديد كزج الرمح ففى وقت المؤتفكات تبعد السلسلة عن السفينة بان يربط فى طرفها السايب جسم يعوم على الماء وتلق فى البحر لتكون من السلسلة النازلة من رأس الصارى غائصة فى الماء مع السفينة زاوية منفرجة وقد شوهد ان الصاعقة اذابت السلسلة بحلقة واحدة من غير ان يحصل للسفينة ضرر البتة واول ما صنعت مانعة الصواعق فى السفن فى بلاد الانكليز فكانت على سفينة تجارية متوجهة الى الاميريكا فلما اصابت الصاعقة السلسلة اذابتها ونجت السفينـة وما فيها ومن اغرب ما اتفق ان بعض السفن كان بها رجل مفلوج من مـدة سنين اعيا الاطباء علاجه وكان ذاهبا لبلاد الانكليز ليتداوى هنالك فاصابه شئ من الصاعقة فعوفى وعاد فى احسن حالة

الفصل الثانى فى البرد

كثيرا ما يحصل عقب انطلاق الصاعقة سريعا اضطراب فى السحب ثم تمطر مطرا غزيرا وفى بعض الاحيان بردا يختلف حجمه من حبة الرمان الى الرمانة الكبيرة او اعظم فقد شوهد منه ما يزن من اوقيتين الى عشر وقطر الواحدة من ثلاثة قراريط الى تسعـة وجازف بعض المؤرخين فذكر انه وقع فى ايام

سلطنة تيبو بردكالقبلة فيالها من مبالغة تجارت عليها اهل المشر
والغالب ان يكون حبه مستديرا او بيضيا وفى حبابه نواة جليدية مندمج
ينبنى عليها تبلور تلك الحبات والغالب ان يسبقه مطرعام فى وقد يصاحب
ويندران يعقبه وفى جميع الاحوال لا يسقط الامدة بعض دقائق لكن يقو
لا يقدر قدرها فكأنه مطر حجارة يغطى وجه الارض بطبقة سمكها بعض
قراريط وسقوطه فى النهار اكثر من الليل والمسافة التى يقع فيها تكون
غير واسعة فتشاهد فيما بين الضياع كطريق بيضاء وكل من زنه البرد وقو
اندفاعه بالرياح وسرعة سقوطه ينبىء عن الضرر الذى يحصل منه فبى صد
الاشجار او الزروع او الكروم انحنت قضبانها وانكسرت وسقطت ازهاره
وعرت عن ثمارها اوتلفت بالكلية واذا وقع على زرع آن حصاده اتلف
فى اقرب زمن وكثيرا ما يحصل للناس من غلطه جروح بالغة او موت وتقده
العلوم الى الآن لم يعرف منه علة سرعة تكون البرد لانه دائما يحصل فى
وقت العواصف فى الربيع والصيف ولا يعقل ان فى هذين الزمانين برد كاف
لجمود البرد وتكونه سريعا

الفصل الثالث فى ينبوع الكهربائية الجوية

اما وجود الكهربائية فى الجو والسحب فمما لا يشك فيه وانما من اين تأتى اليهما
فاختلفوا فيه قديما واستمروا مدة طويلة يقولون انها صاعدة اليهما من الارض
اوحاصلة من احتكاك الهواء بكرة الارض او بعضه او من استحالة السوائل
التى على وجه الارض بخارا وبه جزم وولطه وكل هذه الاقوال ظنية وهمية
والذى اثبته بوليبه بالتجريبات العديدة منذ سنين ان الكهربائية الجوية
ناشئة من سببين رئيسين احدهما انبات النبات والثانية الاستحالة
البخارية ولنذكر التجريبات التى فعلها لاثبات هذين السببين موضحين
لها بعض تفاسير ولنبدأ بالكهربائية الصادرة من الانبات فنقول

الكلام على الكهربائية من الانبات

متى اتحدت الغازات ببعضها او باجسام سائلة او صلبة انتشرت منها كهربائية فغاز الاوكسيجين دائما تنتشر منه الموجبة والجسم المتحد به تنتشر منه السالبة واثبات ذلك ان يفعل ما هو مرسوم فى الشكل (٢٥٢) بان تؤخذ قطعة اسطوانية من الفحم ف وتوصل بالارض بسلك معدنى خ وتشعل من جزئها العلوى ط اما بالهواء المعتاد او بتيار من الاوكسيجين بشرط ان يكون الاشتعال من جزئها العلوى فقط لا من جوانبها فيتكون من الاشتعال اسيد كاربونيك بسبب اتحاد اوكسيجين الهواء ببخار الفحم فاذا ارتفع هذا الغاز الحمضى وصادم الصفيحة التى من النحاس الاصفر ت المتصلة بالقرص العلوى ث للمكثف وكان القرص السفلى متصلا بالارض بسلك ى واستمرت العملية لحظة انقطع الاتصال وانفصل القرصان عن بعضهما فتتباعد الورقتان ن اللتان فى باطن الآلة بتأثير الكهربائية السالبة فى الصفيحتين فيثبت من ذلك ان الحمض الكاربونيك حال تكونه يتكهرب كهربة موجبة فلو وضعت اسطوانة الفحم فوق الصفيحة التى من النحاس الاصفر ت بدل ان تكون تحتها كما فى الشكل (٢٥٣) وكانت الملامسة بينهما تامة تكهرب الورقتان كهربة موجبة بتكهرب الصفيحة فاذا احترق الفحم حينئذ اكتسب كهربائية سالبة واذا علق فى صفيحة ت حلزون صغير ل من البلاتين كما فى الشكل (٢٥٤) وقرب من ذلك الحلزون شعلة غاز ايدروجين د تباعد الورقتان ن كما فى الشكل (٢٥٢) بتأثير الكهربائية السالبة فتكون كهربائية الجزء الظاهر للشعلة موجبة فلو جهز هذا الجهاز على هيئة ما هو مرسوم فى الشكل (٢٥٥) اكتسب الحلزون الكهربائية السالبة الآتية من الجزء الباطنى للشعلة وكانت كهربائية الورقتين موجبة ومتى اتحد الايدروجين باوكسيجين الهواء وحصل فيهما اتقاد تكون منهما ماء ويلزم لتوجيه شعلة الايدروجين فى هذا الجهاز ان تكون له انبوبة من زجاج وان يكون الغاز فى مثانة ويضغط عليها ليخرج الغاز مدة التجربة سيما فى التجربة الثانية فانه يلزم ان تكون الشعلة

فيها اوسع من الاولى لتتم الحزون ومن هذه التجربيات كلها جزم بيبيه ان الانبات مصحوب باتحادات غازية تشابه الاتحادات السابقة مشابهة كلية فينتج من ذلك ان الكهربائية تتولد من الانبات وقد اكد ذلك تجربة فعلها وهوانه وضع اثنى عشرة جفنة من زجاج مطلية الظاهر على لوح مطلى ايضا ووضع ذلك كله فى حزانه صغيرة مملوءة ترابا كلسا غير مطفى ليشرب الرطوبة ويبقى المحل جافا يابس الهواء ... كهربائية ووضع فى الجفنات طين زراعة وبذر فيه حبوبا سريعة الانبات ... بسلوك معدنية كما فى الشكل (٢٥٦) ... القرص السفلى للمكثف بواسطة موصل ى واقرص العلوى متصل بالارض بواسطة موصل خ وبعد ان ربها كذلك تركها ... كل يومين اوثلاث يبحث عن الحالة الكهربائية للمكثف ... التى هى نص فى المقصود ومن تجاريب اخرى من هذا القبيل عملها على ... مختلفة عدة مرات ان حال الانبات تنتشر كهربائية ثم اثبت بالحساب المؤسس على هذه التجريبات ان الانبات الكامل على قطع مائة ... تنتشر كهربائية زجاجية فى يوم واحد اكثر مما يكفى لامتلاء بترية كهربائية ... وعرف من اتقاد الفحم ان كل ابرام ... استحال الى الحمض ... ينتشر منه كهربائية كافية لامتلاء زجاجة كبيرة من زجاجات ليد

الكلام على تولد الكهربائيه من تصاعد البخار

اذا تصاعد البخار عن الماء النقى لم يكن فيه علامة كهربائية اصلا سواء استحال بسرعة اوبطئ فان لم يكن الماء نقيا حصل من انفصاله عن الجواهر الغريبة الممتزجة به كهربائية فيتكهرب البخار فى تصاعده باحد السيالين وتتكهرب الجواهر الغريبة بالسيال الاخر فلو اخذت بودقة من البلاتين فى غاية النظافة من درجة اربعين اوخمسين التى هى اقل درجات الحراره لظهور الكهربائية الى ان احمرت اوابيضت ثم وضعت وهى فى درجة من الدرجات

التى بين الاربعين او الخمسين وبين الاحمرار او البياض فى حلقة مثبتة فى القرص العلوى للمكثف ووصل القرص السفلى بالارض وصب فى البودقة بواسطة انبوبة بعض قطرات من محلول الجير ولو الضعيف او من الايستر ونسيان اومن الباريت اومن اى قلوى كان وحصلت الاستحالة البخارية فى البودقة اما بسرعة او ببطئ على حسب درجة حرارة البودقة اكتسب المكثف فى جميع هذه الاحوال كهربائية تظهر فيه ولو من غير ان يتصل بالارض فتتباعد الورقتان حتى يصلا الى جدران الناقوس ويكتسب بخار الماء الكهربائية الراتينجية والقلوى الباقى فى البودقة بعد الاستحالة البخارية الكهربائية الزجاجية ويحصل نظير ذلك فيما لو استعمل بدل احد هذه المحاليل محلول غازات او حوامض سوآء كانت ضعيفة او مركزة واى ملح من الاملاح غير ان الذى يكتسبه البخار فى الانواع الثلاثة الاخيرة الكهربائية الزجاجية والذى يكتسبه الجوهر المحلول فى الماء الكهربائية الراتينجية وقد فعل المعلم بولييه اكثر تجر بياته بملح العاده دون بقية الاملاح لمارءآ من ان النتايج الحاصلة من الملح فى البودقة مثل النتايج الحاصلة على اسطحة مياه البحار غاية ما هنالك ان ما فى البودقة قليل وما على سطح البحار كثير جدا فاذا كانت قطرة من محلول هذا الملح ولو ضعيفة تسبب كهربائية باستحالة الماء المنفصل عن هذا الملح بخارا فما بالك بالكهربائية التى تنشأ دآئما على اسطحة البحار الواسعة المتأثرة دآئما من اشعة الشمس فتلك الكهربائية دآئما تتكون وتصعد الى الجو كما ان تصاعد البخار من البحار لا ينقطع وزيادة على ذلك اذا توصل فى انه لا يوجد فى البحار ولا البحيرات ولا المناقع ولا الانهار ولا الخلجان ماء نقى عن الملح ساغ لنا ان نقول فى الكهربائية المتكونة من تصاعد البخار عن هذه المياه ما شئنا من غير مبالغة وان السائلين الكهربائيين المتصاعدين من ذلك شيأ فشيأ يتكونان فى الهواء كل على حدته فقد وقعت جملة تجربيات من بعض الطبيعيين تثبت ان الهواء تارة يكون مكهربا بالزجاجية كما فى حال الصحو تارة وهو الاغلب بالراتينجية

الفصل الرابع فى تكون السحب الصاعقية

قد علم مما مر تولد الكهربائية من الانبات والبخار ولم يعلم الى الآن ان قوتها ليست فى جميع البلدان ولا فى جميع الفصول واحدة بل ما كان منهما فيه الانبات والاستحالة البخارية اقوى فانتشار الكهربائية فيه اعظم والبلدان لها فصول توجد فيها المؤتفكات فى ازمنة تود الاستحالة البخارية ترتفع فى الهواء ابخرة غزيرة تجتمع وتتقارب وتندمج فتصير سحبا وتجذب معها كهربائية فتكون فى خلالها فالابخرة المشحونة بالزجاجية تتكون منها سحب موجبة والمشحونة بالراتينجية تتكون سحبا سالبة وبذلك عرف تكون السحب الصاعقية لكن يلزم لصعود الكهربائية فى الهواء مع البخار وجود درجة حرارة كافية وحيث كان بعض الابخرة اقلة حرارة لا يحمل معه كهربائية زائدة تحملها وتتركها فى الهواء لم يكن معظم السحب صاعقيا ومعلوم ان ايصال السائلة الصاعقية تفقد من السحب كمية عظيمة من الكهربائية بسبب اتحاد السائلين الكهربائيين عند اطلاقه

الفصل الخامس فى تكون الفجر الكاذب

الفجر الكاذب ويسمى الاسفار الشمالى ضوء عظيم واضح يظهر مستطيلا جهة السماء فينورها وقد يمتد نوره فى بعض الاحيان الى الارض ويكاد ان لا يشاهد الا فى الجهة الشمالية ويستمر بعض ساعات وقد يستمر الليل كله وذلك فى الاماكن القريبة من القطب الشمالى ولذا سماه بعض المؤلفين بشمس القطبين ونوره يشبه نور شعلتين عظيمتين منبسطتين فى الهواء تهتزان فى جهة الهواء وتتصادمان فينطفيان ثم يشتعلان بسرعة عجيبة وعلامة ظهور هذا الفجر ان يشاهد من اول الليل بعد الغروب بعض استضاءة فى ناحية الشمال ثم يظهر تفجج نور فوق الافق ويمتد بغير انتظام فى جهة سمت ذلك الافق ثم يشاهد عمودان عظيمان من نار احدهما فى ناحية المشرق والثانى فى ناحية المغرب يصعدان نحو السماء معجبين بانفسهما فى ذلك الصعود

كالمتبختر المعجب فى مشيته وليسا متساويين فى ذلك الصعود بل يكون
احدهما اقصر من الاخر ثم تتغير الوانهما من الصفرة الى الخضرة ثم الى
الارجوانية اللامعة ويرى كانه يخرج منهما سهام من نار تارة زاهية وتارة
سعتة تسير تلك السهام فى طولهما على استقامة او انحراف وتارة تلتوى عليهما
وتارة تمرق منهما ثم يميل كل من العمودين رأسه للاخر حتى يتلامسا فيكونان
قوسا او قبة لامعة واسعة جدا تبقى منصوبة فى الجو والمسافة التى بين العمود
يكون فيها بعض عتمة لكن قد يقطعها اضواء سائرة من احد العمودين الى
الاخر لحظة فلحظة فتكون القبة حينئذ متقطعة بسهام من نار تخرج
من رأس القبة وتشق السماء شقا عاموديا كالصواريخ ثم تجتمع هذه السهام
ويتكون منها ما يسمى بتاج الفجر الكاذب فاذا تم تكون هذا التاج تم ظهور
الفجر فيبدو زاهيا باضوائه متجليا فى السماء كعروس تجلى على منصته ثم بعد
مدة يسيرة تكبو القبة وتضمحل الانوار فهذا حال الاسفار الشمالى حال كماله
لكنه يندر ان يكون كاملا كما ذكر فان اغلب الاحوال يكون التاج غير كامل
او غير واضح الظهور والقبة تكون غير تامة او متضاعفة فى بعض جهاتها ثم انه
قد يتفق ان تحجب السحب ضوء هذه القبة فلا يظهر الفجر وتتلون السحب
من حوافيها او من بعض نواحيها بالوان منعكسة من ضوء القبة والفجر المذكور
لا يظهر بزهيه بمحاسنه الا اذا كانت السماء فى غاية الصحو وظهوره كاملا
بهذه الاوصاف لا يكون الا فى جهة الشمال واما فى جهة الجنوب فيكون اقل
من ذلك بكثير ولذا سموه بالفجر الجنوبى تمييزا له عن الشمالى الموصوف بهذه
الاوصاف واسباب اسفار هذا الفجر لم يوقف على حقيقتها الى الان وقد حكى
اهل الاقاليم التى يظهر فيها هذا الفجر انه كثيرا ما يصحب ظهوره دوى تارة
يكون واضحا وتارة خفيا والذى يؤخذ من كلامهم ان هذا الدوى يشبه الطقطقة
الخفية التى تحصل من الشرر الكهربائى لكن لا يركن لكلامهم هذا مع العلم
بما يغلب على طباعهم من الجهل والخوف ولا يصدق قولهم هذا حيث لم يسمع
ان احدا من السواحين قال انه سمع هذا الدوى واما قياس علو هذا الاسفار

فمختلف فى الكتب وقد ذكروا ان علو الاسفار الذى ظهر فى مدينة مانشستير ومدينة ايدمبرغ من بلاد الانجليز كان ظهوره بعد الغروب بساعتين واستمر الى اربع ساعات نحو ثلاث وثلاثين فرسخا فرانساويا وقيس علو غيره فلم يبلغ العشر من علوه ومن التأمل فى وضع هذا الفجر وتأثيره فى بيت الابرة علم ان بينه وبين خط الزوال المغناطيسى نسبة فاستنتجوا بعد هذا التأمل امورا ثلاثة الاول ان رأس القبة دائما يكون على خط الزوال المغناطيسى فى المحل الذى يظهر فيه اسفار هذا الفجر الثانى ان التاج يظهر فى نهاية استطالة خط ابرة الميل لمحل الرصد الثالث ان الاسفار يبعد ابرة الميل وابرة الانحراف عن وضعهما حتى فى الاماكن التى لا يشاهد فيها هذا الفجر فكثيرا ما يشاهد قرب ظهوره فى اماكنه التى هى الاقاليم القطبية كبلاد اللابون والجر والايد وغيرها من البلاد البعيدة عنها جدا كباريز وغيرها ورئيت ابرة الانحراف الى المغرب صبح ذلك اليوم والى المشرق فى المساء كما هو واول من شاهد هذا الامر المعلم اراغو من نحو ثنتى عشرة سنة اى فى عام اربعين بعد الالف والمائتين من الهجرة ومن ذلك الوقت الى الان لم تتغير هذه المشاهدة فيعرف فى باريز ظهور الاسفار فى نواحى القطب الشمالى قبل ظهوره

الباب الرابع فى كائنات الجو الصادرة من الضوء

هى وان كانت كثيرة الا انا لا نتكلم الا على اربعة منها وهى الرئيسة السراب وقوس قزح والهالات والبارديلى اى الشموس الكاذبة وما عدى ذلك فيتكلم عنه فى المؤلفات المخصوصة بالجغرافية الطبيعية وقد احيل ترجمة كتاب منها باشارتى على النبيه الكامل السيد احمد الرشيدى نائبى فى وظيفة بمدرسة الطب البشرى احد النبهاء الذين تعلموا اللغة الفرنساوية والطب بباريز وقد ظهرت ادلة فطانته وبراهين مهارته سيما وقد كان من اهل العلم المتمكنين فى العلوم العربية من قبل سفره وقبل ان اتكلم على هذه الاربعة اقدم الكلام على مقياس الضوء وبعض انواع آلاته تتميما للمرام فاقول

كلام على الفوتوميتر اى مقياس الضوء

... بسيطه معدة لمعرفة مقدار قوة الضوء المنورة بظهور ادنى ارتفاع في درجة الحرارة وذلك صادر من التغيرات الزائدة للضوء والمقياس المذكور المرسوم صورته في الشكل (٢٥٧) يقرب في تركيبه من الترمومتر الاختلافي فهو مكون من كرتين احداهما من زجاج اسود ن او من مينا ... آء والثانية من زجاج ابيض شفاف د فالاشعة الواقعة على الثانية تنفذ فيها بدون عائق والواقعة على الاولى السوداء تتشربها وتسخن منها ينخفض السائل الملون الموجود في انبوبتها ومن هذا الانخفاض يعلم قياس قوة الضوء وحيث كانت الحرارة التى تشربتها الكرة السوداء معرضة لان تفقد باضطراب الهواء لزم ان توضع تحت ناقوس من زجاج ق ق خوفا من ذلك فاذا عرض المقياس المذكور للضوء يوما واحدا دل على زيادة الضوء او نقصانه كما يدل اذا عرض له مدة السنة على ان قوة الضوء تزيد من ابتداء المنقلب الشتوى الى ابتداء المنقلب الصيفى وهو وقت عنفوان حرارة الصيف ثم يأخذ في النقصان من ذلك الوقت الى ابتداء المنقلب الشتوى وكلما زاد صحو الجو وضوءه زاد صعود سيال الآلة في انبوبتها كما انه كلما احتجبت الشمس بالسحب قل مقدار صعوده وهذه الالة كما تنفع لمعرفة الضوء الطبيعى تنفع لمعرفة مقدار الضوء الصناعى المختلفة مقاديره بنسبته الى الشمس وبهذه الالة ايضا تمكنوا من معرفة ان الضوء المنبعث الينا من الشمس اقوى من مثله من ضوء المصابيح باثنى عشر الف مرة فلو فرض ان جزءا من ضوء الشمس قطره اقل من قيراط وضع في الارض لانبجس منه ضوء يعادل ضوء شمعة مثاله في القطر اثنى عشر الف مرة هذا وكثيرا ما يهيأ مقياس الضوء على ما هو مرسوم في الشكل (٢٥٨) ان لم يكن معدا للنقل والاسفار وادواته الذى هو الناقوس الموضوع هو وتحته ينفتح من نقطتى ب ب وقد يستعمل الترمومتر الاختلافى المنسوب للمعلم لبلى في قياس قوة ضوء المصابيح وشعلة

غاز الايدروجين المكربن المتحصل من تقطير الفحم الحجرى مثلا لكن بشرط ان تكون شعبتاه اطول من المعتاد وذلك بان يوضع بين صفيحتين عريضتين رقيقتين من الطلق الابيض احداهما بعيدة عن الاخرى بنحو ستة خطوط

المبحث الاول فى السراب

السراب ظاهرة بصرية حاصلة من انعكاس الاشعة الضوئية وانكسارها معا فان المرئيات اذا ابصرت من بعد كاف لابصارها شوهدت صورها اما مستقيمة او مائلة او منقلبة وحوا فى تلك الصور دائما تكون مغايرة لها اما يسيرا او كثيرا وهذه الظاهرة كثيرا ما تشاهد فى قفار الديار المصرية ايام الحر اذا كان الجو صافيا شفافا والهواء ساكنا فيتهيأ للناظر من بعد ان امامه بركة ماء واسعة وسبب ذلك انه اذا اشتدت سخونة الرمل من حر الشمس سخنت الطبقة السفلى من الهواء التى تلى الارض فيحدث فيها حركات تموجية تظهر للبصر تصيرحوا فى صور المرئى غير مستوية ويلزم من سخونة تلك الطبقة تخلخلها وصعود جزء منها الى ما فوقها من الطبقات فتكون تلك الطبقات اكثف من التى تحتها ويكون هواء البقعة التى سخنت بعيدا عن موقعه الطبيعى من الارض فبوصول الضوء الى ذلك الهواء الاكثف وخروجه عنه ينكسر فيتخيل المرئى للرائى بصورة جديدة اعنى انه يظهر له ان جزءا منها مستقر فى موضعه والواقع ليس كذلك وقد مثلنا ذلك بما هو مرسوم فى الشكل (٢٥٩) فان عين الباصر اذا كانت فى محل ع من هذا الشكل وابصرت فى محل ح نقطة مرتفعة كنخلة فى قفر شاهدتها بالاشعة الاتية لها من ناحية الجريد فى اتجاه خط ح ع مستقيمة وبالاشعة الاتية لها من ناحية اسفلها بعد انعكاسها من الارض وانكسارها فى طبقات الهواء فى اتجاه خط د ع المرسوم بالنقط منقلبة وذلك لان الاشعة الثانية بمرورها فى طبقات الهواء تزوغ عن الخط العمودى ثم تنعكس من الارض فما تأتى للعين لا بصورة منقلبة والاشعة المذكورة اذا مرت هناك فى اكثف طبقات

الهواء المفروض انها من ح الى ى ثم الى ما تحتها الذى هو اقل كثافة منها وهكذا انكسرت فى كل طبقة وزاغت عن الخط العمودى شيأ فشيأ على حسب الطبقات حتى تأتى للارض وتنعكس منها الى العين على ماذكرناه فى العدسات من ان الباصر يرى صورة النخلة مثلا فى نهاية طول خط اتجاه الاشعة وهو هنا خط د ع وهذا هو الذى يحصل فى السراب بعينه فان الصورة المستقيمة للمرئى ترى من اعلا وصورته المنقلبة ترى من اسفل وفيما بينهما لا يشاهد لانه لا يرسل الى العين الا الاشعة التى تنكسر بسبب بعدها عنا انكسارا به تخرج عن الخط المستقيم اللازم لمشاهدتها ولذا يرى السراب كأنه منفصل عن الارض والسبب المتمم لرؤية السراب بلون الماء هو لون السماء المنعكس للارض وكلما قرب الانسان من موضع السراب انتقل امامه او على جانبيه بحسب تغير اسطحة الارض الموجب لتغير انعكاس الضوء ولو عمل فى هذا يوجب ما تدركه حاسة البصر لسعى الانسان ابدا الى ماء لا يلحقه وقد غش السراب بعض الجيش الفرنساوى اول ما قدم الى مصر وسار بقفارها ورمالها فلما رآه ظن انه بركة ماء فتوجه اليه لشدة عطشه ليشرب فلم ينل الا المشقة والعناء ومما يدل على ماذكرناه فى السراب من ان صورة المرئى ترى منقلبة بواسطة الحرارة ما هو مرسوم فى الشكل (٢٦٠) الذى هو صندوق من حديد س ص طوله نحو ثلاثين قيراطا وكل من عرضه وارتفاعه من ستة قراريط الى ثمانية مملوء جمرا وموضوع فى مكان فاذا وقف انسان فى موضع ع وارسل بصره فى اتجاه السطح العلوى او الجانبى ونظر لجسم متوسط البعد كسهم م شاهد فى نقطة م صورة السهم مستقيمة وفى نقطة و صورته منقلبة وشوهد كثيرا من امثال ذلك بانواع مختلفة فقد شوهد فى بعض السفن فى البحر وكانت بعيدة جدا كأن احدى سفينتين منقلبة على الاخرى الصارى على الصارى واحيانا يرى ان احدى السفينتين منقلبة على الاخرى الاسفل على الاسفل واذا تكرر انعكاس المرئيات وكانت بعيدة جدا شوهدت على حسب العوارض باشكال غريبة وصور متداخلة فى بعضها او متقطعة وقد

يرى فى اوقات تكون السراب اعنى شدة الحر مرئيات لا تشاهد فى ... فى جملة اماكن على شاطئ البحر من جزيرة صقلية وفى نابلى وريجيو واطاليا فقد شوهد فى تلك الاماكن فى اوقات تكون السراب صور سابحة فى الهواء فوق الامواج كقصور وعواميد وخرابات ومساكن جميلة مستغربة واشباح سائرة معلقة فى الهواء تتغير هيآتها فى كل لحظة وتنتقل عن محالها ثم تزول وقد استمر الناس يزعمون ان هذه خيالات من الجن وملاعب تعملها تخيل بها لبنى آدم لتخوفه وتغير افكاره ثم عرف بعد ذلك انه امر بصرى طبيعى صادر عن انعكاس صور مرئية بعيدة جدا ومتراكبة فى طبقات الهواء المختلفة الكثافة

المبحث الثانى فى قوس قزح

هو لا يظهر للرائى الا اذا استدبر الشمس وكان هنالك سحابة استحالت مطرا ومستنيرة غاية الاستنارة بالشمس وقد تشاهد قطع اقواس قزحية قريب مسافة ما اذا كان من اعلى اوقريب منابعه اذا كان من اسفل ومعلوم ان فى قوس قزح الوان سبعة فالذى حلل ضوء الشمس الذى هو ابيض الى هذه الالوان انكساره من قطرات المطر الصغيرة جدا وانعكاسه وما هو مرسوم فى الشكل (٢٦١) يوضح كيفية سير الاشعة الضوئية فى الكرات الصغيرة المائية من ماء المطر فانه اذا مر الشعاع الضوئى المصور هنا بحرف ى فى ثقب صغير فى باب كوة ط ... مظلمة ثم استقبل فى ا على اناء من بلور مملوء ماء كامل الاستدارة كالدائرة المرسوم عليها ا د هـ ح ب ف فاذا نظر من اعلا الدائرة الى سير الشعاع فى الماء شوهد انه يسير من ا الى ح ثم الى ب ثم الى ف ثم الى س ثم الى د ثم الى هـ ثم الى ف ففى كل نقطة يمر بها من هذه النقط ينعكس ويشاهد ايضا انه يخرج منه اشعة ... كشعاع ح ن وشعاع ب ص وشعاع س ش وكلها طيوف ... مستنيرة ومنقذفة الى بعد ما غير انه فى كل انعكاس جديد تنقص قوة الشعاع

لانه

لانه في ... ـل منه بين التكوين الطيف الجديد ومع هذا فبق الشعاع
... ب ... ـرور خروجه اربع مرات او خمسا وما يحصل في الاناء الكروي
... ر ... يحصل في كل قطرة كروية من المطر لكل شعاع ينفذ فيها بانحراف
بحيث ينعكس في باطنها بدل ان يخرج منها واذا خرج بعد انعكاسه مرتين
او ثلاثا او اربعا كان اثره انه في نقطة من سطح تلك القطرة اقل واذا كان
كذلك فلا اقل من ان يرى المبصر من كل قطرة يراها منظر طيف من الطيوف
الشمسية اذ كل شعاع تبرز منه جملة اشعة ولا بد من ان يعتبر قوس قزح المتلون
المنبسط في الجو كجزء من قاعدة مخروطي رأسه في عين الباصر ممتدا في الجو
وقاعدته المطولة من خلف المتأمل لقوس قزح ممتدة لمركز الشمس ثم ان الشمس
كلما كانت بعيدة عن الافق كان القوس اصغر فلو كانت على سمت رأس المتأمل
وصعد على اعلى صاري سفينة مثلا لامكن ان يرى قوس قزح بينه وبين
السفينة دائرة كاملة وكثيرا ما يشاهد فوق قوس قزح قوس آخر خارج محيط
بالاول غير ان اللون الاحمر في الاول يكون من الخارج والبنفسجي من الداخل
والقوس الخارج يتكون من الاشعة الضوئية التي انعكست في قطرات المطر
انعكاسين وحيث انا ذكرنا ان قوة الضوء تنقص في كل انعكاس فلذا كان لون
القوس الخارجي اقل ازدهاء من لون الاول وقد يشاهد قوس ثالث لكن يكون
اقل وضوحا من الثاني لان شعاع ب س عند انعكاسه يصير بالضرورة
ضعيفا جدا وقد يتكون من اشعة القمر اقواس قزحية ايضا سيما اذا كان بدرا
كاملا ونوره ساطع جدا غير ان الوانها لا تكون زاهية

المبحث الثالث في الهالات

هي الدوائر اللامعة المتلونة في الغالب بالالوان المختلفة التي تكون حول كل
من النيرين وهو في مركزها والمسافة التي بينهما تسمى بفناء الهالة تشبيها لها
بفناء الدار وهو الفضاء الذي حولها ولون هذا الفناء اما رمادي او اكثر زرقة

من لون السماء على حسب صفاء الجو وضبابه ودائرة الهالات التي تكون حول القمر بيضاء وقد تكون حمراء لكن احمرارها ضعيف من حافتها الباطنية والهالة التي تكون حول الشمس ضعيفة الالوان وتشبه قوس قزح واللون الاحمر منها يكون خطا محددا الفناء الهالة لا يتداخل شعاعه فيما يجاوره من الجانبين وكل من النيلي والبنفسجي يأخذ في التناقص تدريجا حتى ينتهي باللون السماء ومن المحقق عندهم ان الهالات ضوء منكسر في بلورات صغيرة كبلورات الجليد يتكون منها الثلج الموجود في الجو ولا تتكون الهالات من انكسار الضوء في غير بلورات الثلج

المبحث الرابع في البارلي اى الشموس الكاذبة

هي صور شموس تحصل من انكسار الشمس الحقيقية وانعكاسها في بعض الاجسام وتظهر دائما في الافق على سمت خط ارتفاع الشمس وتكون على دائرة بيضاء قطبها جهة السمت العلوي ودائرتها من ناحية الشمس فما كان من اجزاء تلك الدائرة من ناحية الشمس الحقيقية يكون متلونا بالوان قوس قزح كالشمس المتكونة فيه وما كان منها في مقابلة ذلك الجزء لا لون له كالشمس المتكونة فيه فينتج من ذلك ان الصورة الاولى حاصلة من الانكسار والصورة الثانية من الانعكاس مثل بقية الدائرة الكبرى المصورة في الشكل الاتي ذكره ومتى تكونت الشموس شوهد حول الشمس الحقيقية هالتا وهالتان ملونتان بلون قوس قزح وقد يشاهد على هاتين الهالتين وعلى بعض نقط من الدائرة الكبرى قطع اقواس ضوئية او اقواس كاذبة ولم يظهر من الشموس الكاذبة اكمل من التي شاهدها المعلم هيريليوس في بلاد النيسا من نحو مائة وثمانين سنة كما هو مصور في الشكل (٢٦٢) وقد بذل غاية جهده المعلم فونجانس في الوقوف على حقيقة تولد الشموس الكاذبة فرءآى ان ضوء الشمس اذا وقع على اجسام اسطوانية الشكل دائرها شفاف ووسطها معتم كونت الاشعة المنعكسة من سطح هذه الاجسام الدوائر البيضا وكونت الاشعة المنكسرة من

... سموات ومن محورها العامودى الشموس الكاذبة وقال ... يجتمع ويصير كتلة اسطوانية فى الجو فتنشأ عنه النتايج المذكورة ثم نجح ذلك بتجربة عملها فوضع امامه اسطوانة من زجاج رقيقة الجدران مملوءة ماء وفى وسطها قضيب اسطوانى معتم وصار ينقلها الى ابعاد مختلفة باوضاع انحرافية بالنسبة لعينه ليتكون منها مع العين زوايا فحصلت له النتيجة التى كان يحاولها وهى تكون الشموس ولا ينبغى لنا ان نطيل الكلام فى ذلك ولا فيما فعله من الحساب لان هذا شئ يخص علم الفلك

الباب الخامس فى الحرارة الارضية

لم يبحث عن الحرارة الارضية الا من نحو اربعين سنة والغاية المقصودة من البحث عنها تعيين الدرجة المتوسطة للحرارة على سطح الارض فى الاقاليم المختلفة وتعيين الدرجة المذكورة فى باطنها وفى تضاريسها وفى المياه التى فيها وتعيين السبب الذى به تتعدل الحرارة على وجه الارض

المبحث الاول فى درجة حرارة الهواء على سطح الارض

الكلام على الابريوسكوب اى مقياس طراوة الهواء

هو الآلة المرسوم صورتها فى الشكل (٢٦٣) المعدة لتعيين الحرارة على سطح الارض فهى جهاز تيرمومترى قوى شديد الاحساس مركب من مستودع من حديد ... فيه زئبق وموفق عليه بالاحكام تيرمومتر معتاد ط وتيرمومتر اختلافى مستطيل ف ق فيعرف بالاول درجة الحرارة الحقيقية لكرة د وبالثانى ما اكتسبته كرة ب الرقيقة المذهبة من حرارة الهواء بسهولة ومن انواع هذه الآلة ما هو اكثر احساسا من الاولى واقل تركبا منها وهو المرسوم صورته فى الشكل (٢٦٤) وهو كالتيرمومتر الاختلافى غير ان الكرة السفلى لهذا كبيرة الحجم منحصرة فى كرة مجوفة من نحاس مركبة من قطعتين ينطبقان على بعضهما ببرم فى نقط ... والكرة

العليا محصورة فى وسط كاس من فضة او نحاس اصفر مثبت فى جسم يكون
الشكل مستطيل كالمرسوم عليه ضلعه الاطول ثلاثة اوراق وقطره وعرضه
اربعة قراريط وسلم درجاته تدل على حركات السائل الحصرية واشدة
احساس هذه الآلة يختص سيما بها اذا وضع فى باطن سحابة وفى زمن الصحو
ويرتفع بزوال ذلك الصحو فاذا اريد معرفة درجة حرارة الهواء على سطح
الارض ليوم واحد فلتؤخذ درجة الحرارة وقت بزوغ الشمس ثم بعد الزوال
بساعتين ثم وقت الغروب وتجمع هذه الاعداد وتقسم على ثلاثة فما
يحصل بعد القسمة هو الدرجة المتوسطة فاذا جمعت الدرجة المتوسطة
المأخوذة فى كل يوم مدة شهر وقسم المجموع على عدد ايام الشهر كان ما حصل
الدرجة المتوسطة للشهر المذكور وقد يقسم الشهر الى ثلاثة عشرات وتؤخذ
الدرجة المتوسطة لكل عشر ثم يجمع المتوسطات الثلاث وتقسم على ثلاثة
فتحصل الدرجة المتوسطة للشهر فاذا اريد معرفة الدرجة المتوسطة للسنة
جمعت المتوسطات للاشهر وقسمت على اثنى عشر فالحاصل بعد القسمة هو
الدرجة المتوسطة للسنة وقد عرف بهذه الطريقة ان الدرجة المتوسطة للقاهرة
٤ و ٢٢ ولباريز ٦ و ١٠ والجزائر ٢١ ولبطرسبرغ ..... ٣ و ١
فاذا اخذت المتوسطات لعشر سنين او عشرين او ثلاثين او اربعين لبلد من
البلاد وقسم المجموع على عدد السنين حصل متوسطة المتوسطات السنين
المقسوم عليها فاذا اخذت متوسطات باريز مدة عشرين سنة كان اليوم
الواحد ٨ و ١٠

المبحث الثانى فى درجة حرارة اغوار الارض

قد بحث المعلم كسينى من نحو مائة وخمسين سنة فى برابى رصد باريز فى مغارة
عمقها ثمانون قدما تحت الارض فرأى ان درجة الحرارة فى هذه المغاره
لا تتغير اصلا فاتفق مع المعلم لافوازييه على ان يضعا فى المغارة المذكورة
لضبط ذلك واثباته تيرمومتيرا كثير الاحساس ذا انبوبة ضيقة جدا له مستودع

قطره قيراطان ونصف وبين كل درجتين من درج انبوبته اثنان واربعون او ثلاث واربعون خطا ليتمكن بذلك من ادراك نصف الدرجة من المائتيني وطول الترمومتر المذكور لا يحوى الا خمس عشرة درجة فوق الصفر وكانت حرارة المغارة المذكورة ٨٢ و ١١ ومن ايامه الى الآن لم تتغير درجة حرارة هذه المغارة باكثر من خمس وعشرين جزءا من درجة من الترمومتر المائتيني ولم تتفق هذه المشاهدة فى غير باريز وقد استنتج من ذلك انه يوجد فى باطن الارض طبقة لا تتغير فيها درجة الحرارة وتسمى بطبقة الاعتدال وهى التى يقف فيها الترمومتر على درجة واحدة لا تتغير فى جميع الفصول لا ليلا ولا نهارا وما عدى هذه الطبقة تتغير فيه درجة الحرارة بحسب الفصول على ما نبينه فنقول قد نتج من التجاريب التى فعلت بعد المعلم كسينى فى بلاد مختلفة هذه النتايج الستة الاولى ان الشهر الاخير من فصل الصيف وهو الذى اعتيد فيه قطع خليج مصر تأخذ فيه درجة الحراره فى النقصان على نسق واحد تقريبا من سطح الارض الى طبقة الاعتدال الثانية انها فى الشهر الذى بعده تكون على نسق واحد تقريبا من سطح الارض الى نحو خمسة عشر او عشرين قدما تحت الارض ثم تأخذ فى التناقص تدريجا فيما هو اسفل من ذلك الى طبقة الاعتدال الثالثة انها فى الشهرين اللذين بعدهما تزيد فى باطن الارض الى خمسة عشر او عشرين قدما وتكاد ان تكون مساوية لدرجة طبقة الاعتدال فيما هو اسفل من ذلك الرابعة انها تزيد فى الاشهر الثلاثة الشتوية من سطح الارض الى طبقة الاعتدال الخامسة انها فى الشهرين الآتيين بعد ثلاثة الشتاء تأخذ فى التناقص كثيرا الى قدمين تحت الارض ثم يقل التناقص فيما سفل عن ذلك السادسة انها تنقص فى الثلاثة اشهر الباقية قليلا من سطح الارض الى غور اكثر من القدمين ثم تزيد قليلا حتى يصل الى طبقة الاعتدال وما سفل عن ذلك تزيد فيه على حسب زيادة الغور والغالب ان الحرارة لا تزيد فيما بعد الطبقة المذكورة بدرجة واحدة الا بعد خمس وعشرين او ثلاثين ميترا اسفل منها فعلى ذلك لا توجد درجة غليان

المياه الابعد النزول الى غور تعمقه الف ان وخمسمائة ميتر ... امكن ذلك ومن حيث ان الشعاع الارضى اذا قيس يكون ١٠٠٠ ... ميتر تقريبا تكون درجة الحرارة فى نهاية الارض اذا امكن النزول ... المقيق ٢٥٥٠٠٠ درجة لكنه لم يوجد ما يثبت ان الحرارة تا... فى الزيادة حتى تصل الى هذا الحد بل قد ثبت ان مركز الارض نواة ... الصوان لا يحصل فيها تغير كما جرب ذلك هذا واحسن ما يقال فى علة الحرارة الباطنة لطبقات الكرة التى يمكن ان يصل اليها الانسان هى انفعالات الكيماوية المستمرة التى بين الجواهر المعدنية وغيرها مما هو فى الطبقات المذكورة وسفسطة بعض الكذابين فى الزمن السابق دعته الى ان يقول بوجود نار مركزية فى الارض والتجربة والتقدم فى العلم حكم بابطال مثل هذه الخرافات وسيحكمان بابطال كثير من هذا القبيل

المبحث الثالث فى درجات حرارة تضاريس الارض

اعلم انه كلما ارتقى فى الهواء تناقصت درجة الحرارة وبرهان ذلك الثلج الذى يوجد مستمرا على قلل شواهخ الجبال مكللا لها حتى فى الاماكن المحرقة من الكرة وناموس ذلك التناقص يعسر الوقوف عليه بسبب تأثير الرياح والامطار وغيرها فى الجو نعم قد يستنتج من التجاريب التى فعلت فى ذلك ان يقال ان الحرارة قد تتناقص فى كل مائة وعشرين او اربعين او ستين ميترا صعودا درجة واحدة وان عسر اقامة برهان على ذلك غير ما ذكرناه فيما سبق من مقدار البرد الذى وجده غايلوسا لدى حين صعوده فى الجو ووجود الثلج المستمر فى قمم الجبال الشامخة لا يدل على شئ من ذلك لان حد العلو الذى يوجد فيه ذلك الثلج مختلف باختلاف الاماكن فحده فى بعض الجبال بالاميريكا التى وجد الثلج عليها مستمرا اربعة آلاف ومائتى ميتر ولم يوجد فيما هو اقل من ذلك الارتفاع فى نواحى تلك الجبال وفى بعضها ثلاثة آلاف وسبعمائة ميتر دون ما هو اقل من هذا الارتفاع وحده فى شمال خط

الا ياء فى الاماكن التى يدنهاو بينه اربعمائة فرسخ نحومائتى ميتر وحده
فى جبال القوقاس اى جبل ق مختلف عن حده فى جبال البيرنيه الفاصلة
بين فرانسا واسبانيا وان كانا فى عرض واحد فهو فى جبل ق
٣٢١٦ ميتر وفى جبال البيرنيه ٢٧٢٩ بل يختلف حده ايضا فى نواحى
الجبل الواحد فانه فى بعض جبال الهيمالايا من بلاد الهند من ناحية الشمال
خمسة آلاف ميتر ومن ناحية الجنوب ثلاثة آلاف وثمانمائة وخمس ميتر واما
بقية الجبال المتوغلة فى الافريقيا فلم يعرف فيهاشئ لان توحش سكانها
وغلاظة طبائعهم تنفر السواحين عن الدخول فيها مع انها معدودة من
اقسام الدنيا الخمسة ولولا ذلك لعرفت كغيرها

المبحث الرابع فى درجة حرارة المياه وتكون الجليد

الينابيع ان لم تكن غزيرة اكتسبت مياهها حرارة الطبقات التى تمر فيها
وان كانت غزيرة خرجت من الطبقة التى نبعت منها حارة بدرجة حرارتها
ثم اماتزيد حرارتها اوتنقص على حسب كون الطبقات التى تمر فيها وهى
صاعدة الى الطبقة الظاهرة حارة اوباردة ومن ذلك يعلم ان اختلاف درجة
الحرارة فى جميع الينابيع الغزيرة قليل جدا فى جميع السنة لانها تبرد قليلا
فى دخول الشتاء ثم ترجع اليها حرارتها فى دخول الربيع والفرق فى حرارة
المياه فى هذين الزمانين لا يبلغ فى بلاد الاوربا زيادة عن درجة اودرجتين وفى
الاماكن التى تحت الاستواء يكون الفرق من ثلاث درج الى اربع وقد
تكتسب الينابيع الحارة درجة تقرب من درجة الغليان ولا تعلم الاسباب
التى حفظت حرارة هذه الينابيع من مدة قرون على حالة واحدة غير انه
قد نسبت حرارة بعض الينابيع لمجاورة البركان اى جبال النار ففى جزيرة
ايرلاند ينبوع يسمى بالجيسير له نبعات تارة يومية وتارة برهية فينبع فى بعض
دقائق بل وفى الدقيقة الواحدة نبعات عديدة تبزغ النبعة منها ظاهرة فى بركة
كبيرة عمقها سبعون قدما وقطر اتساعها ستون ويتقدم بزوغها دوى مرعب

من تحت الارض ثم يعقبه نبع عواميد متعاقبة من الماء ارتفاع الواحد منها ما ئتا قدم بل ثلاثمائة جاذبة معها احجارا كبيرة وغيرها واما ماء البحيرات والانهر والخلجان التى لا يتغير قرارها فلا تتغير درجة حرارته الا فى طبقته السطحية او القريبة منها ففى بعض الاماكن يبرد هذا الماء زمن الشتاء حتى يجمد ويصير كالجليد وفى بعضها يسخن زمن الصيف حتى تبلغ حرارته من عشرين درجة الى خمس وعشرين فوق الصفر ومن حيث ان الماء موصل غير جيد للحرارة فلا تسخن حرارة الشمس الا سطحية ومعلوم انه اذا سخن قل ثقله النوعى عن الماء البارد فلا يخالطه الا يسيرا ولو مع اضطرابها بالرياح الشديدة كثيرا وبرودة سطح الماء فى ايام الشتاء من امرين تشعع حرارته وملامسة الماء البارد له فان استمر عليه هذان الامران مشتدين مدة ولم يكن مضطربا اضطرابا شديدا تكون على سطحه قطع جليدية بأشياء ... وهذه القطع تكون اولا متفرقة ثم تعظم وتتلامس فيلتصق بعضها ببعض حتى تصير سطحا واحدا جليديا صلبا سيما اذا كان الماء قليل الغور لان درجة حرارته تنخفض بسرعة فتغلظ القطع بسرعة ايضا وفى مدة ايام يمكنها ان تحمل حمولا ثقيلة بدون ان تنكسر وكثيرا ما شوهد عبور الجيش العظيم بحمولته وخيله على النهر المتجمد ماؤه وهذا الامر ما رأيناه ولا فى الديار المصرية بسبب حرارة الاقليم مع انه قد ذكر فى التواريخ المشرقية فى ذلك ما يكاد ان يكون خرافات كقولهم فى بعض الكتب ان النيل قد جمد ماؤه والظاهر انه قال ان ذلك حصل فى سنة ٢٢٣ من الهجرة واما نهر السين الذى فى باريز فانه يجمد فى اكثر السنين واقل ما يجمده من البرد ان يكون ثمان درج تحت الصفر واما ماء البحار فدرجة حرارة سطحه قريبة من درجة حرارة الهواء المماس له حتى تكاد ان تكون مساوية لها فى الغالب فى الاماكن التى بين دائرتى خط الانقلاب ان يكون ماء البحار فيها اسخن من الهواء بقليل ويندر فى العروض الشمالية وهى العالية عن الدائرتين ان يكون الهواء اسخن من البحر والاماكن القطبية لا تكون حرارة الهواء فيها مثل حرارة البحار بل

الهوآء ابرد هذا وقد ظهر من قياس حرارة البحر فى اعماق مختلفة ان درجات حرارته فيما بين دائرتى الانقلاب تنقص كلما غيص فى العمق وعند القطبين بعكس ذلك والاقاليم المعتدلة وهى التى فيما بين بعد ٣٠ و ٧٠ درجة من العرض تنقص حرارة مياه البحار فيها كلما زاد عرضها اى بعدت عن خط الاستوآء ومن ذلك نعلم انه توجد بقعة تكاد ان تكون حرارة ماء البحر فيها واحدة فى السطح والعمق ومما يستغرب فى هذا المبحث ان درجة حرارة المياه فى الابحر التى تحت خط الاستوآء فى عمق الف باع من ست درجات فوق الصفر الى سبع مع انها احر البقاع وفى الابحر التى عند القطبين فى عمق سبعمائة باع من درجتين الى ثلاث فوق الصفر مع انها ابرد البقاع لكن سطح ماء البحار القطبية المذكورة يكون باردا جدا فقد وجد فى عرض ثمانين ان درجة ماء البحر ٣ و ١ تحت الصفر مع ان حرارة الهوآء فى اربع فوق الصفر واستمرار البرد فى الاماكن القريبة من القطبين يتسبب عنه استمرار تكون الجليد العظيم هنالك فان الذى على شواطئ جهات اسبيتزبيرغ واجروالاند يكون سمكه فى الغالب من عشرين قدما الى ثلاثين وكثيرا ما يتصل ببعضه ويتجمد معا فيكون منه ما يسمونه بالصحرآء الجليدية وقدروا مساحتها على سبيل الظن فكانت ثلاثمائة او اربعمائة فرسخ مربع وسطحها املس كسطح الزجاج فى بعض رحبات منها تكون من عشرين الى ثلاثين فرسخا وفى بعض الرحبات يكون الجليد خشنا وترتفع عليه نتوآت من جميع الجهات تكون كعواميد غريبة المنظر علوها من عشرين قدما الى ثلاثين ولونها ازرق يميل للخضرة كالزمرذ الجميل او متلبسة بثلج غليظ فتكون غريبة التكوين وكثيرا ما تكسر الاضطرابات الشديدة من الامواج هذه الصحرآء الى قطع كبيرة مساحة الواحدة منها من مائة ميتر مربع الى مائتين تسير مع الامواج فتلاقى قطعا اخرى سائرة بتيار مضاد لتيار الاولى فتتصادم كانها جبال ويسمع لذلك قرقعة مرعبة وتتفتت حتى تكون كرمل جليدى فيا ويل السفينة التى تكون بين قطعتين متصادمتين منها فانها تكسر بينهما كانها زجاجة وقد يركب بعض

هذه القطع الجليد بعضها في المصادمة فتكون كتلا عظيمة غير منتظمة تسبح
في البحر بارزا منها نحو عشرين قدما او ثلاثين وغاطسا في الماء نحو ثمانين قدما
او مائة وتستمر متراكبة مدة اوتنفصل عن بعضها اوتظهر فوق الماء فاذا صادفت
قطعة من هذه القطع سفينة في سيرها قلبت السفينة اورفعتها فوق الماء ثم
قلبتها وقد قاس بعض الملاحين هذه القطع فبلغ ارتفاعها عن سطح الماء اكثر
من مائة قدم ومن كون الغالب ان الغاطس منها في الماء يكون قدر الظاهر
اربع مرات يكون ارتفاعها نحو خمسمائة قدم ووجود ذلك في البحار الشمالية
هو المانع من السفر فيها اذ في تحلل هذا الجليد واضمحلال خلصت تلك البحور
وحسن سلوكها فقد يسافر فيها الى عرض سبعين او ثمانين لاجل اصطياد
حوت القيطس المسمى بحوت يونس لكونه يختار الاقامة بهذه النواحي
لوجود قوته فيها بكثرة لانه لضيق بلعومه لايتقوت الا من الملوك الا من
الحيوانات البحرية الصغيرة الرخوة وهي موجودة هنالك بكثرة ونهاية مايسع
بلعوم هذا الحوت على غاية كبر جسمه قدر جمع الكف وصيد هذا الحوت هو
الوسيلة لقياس عمق البحار في بعض الاماكن بجزيرة اسبتسبيرغ لانه متى
اصيب بالكلاليب المعدة لاصطياده غاص في قرار البحر مرة واحدة وفيه
الكلاب فاذا جذب معه الحبل المربوط فيه انعطاف ارخواله فيه ثم بعد
وصوله لقرار الماء يرجع صاعدا لسطح الماء ليستنشق الهواء فيوجد حاملا معه
اثر طين من قرار البحر فاذا قيس الحبل الذي كان جذبه مع الانعطاف الى القرار
علم قياس عمق البحر وقد وجد من البحار ماطوله من ثلاثة آلاف قدم الى
اربعة آلاف لكن بين اسبتسبيرغ والجروالاند لم يوجد للبحر قرار بعد سبعة
آلاف قدم وجميع ماذكر في القطر الشمالي واما القطر الجنوبي فدرجة حرارته
اقل من الشمالي بقليل وبحره اطول عمقا

المبحث الخامس في بيان موازنة حرارة الارض

درجة الحرارة في طبقات باطن الارض غير طبقة الاعتدال يظهر انها لاتنقص

ولو نقصت فلا يكون الا بعد قرون عديدة وحال هذه الحرارة يشبه حال الحرارة
الحيوانية المستمرة فى انواع الحيوان بدرجة واحدة تكاد ان لا تتغير وليس
فى العلم الآن طرق بها يتوصل لمعرفة النقص الممكن حصوله فى حرارة طبقات
باطن الارض بل يحتاج ذلك الى تكرار التجارب مدة قرنين او ثلاثة فربما يعرف
طريق لذلك واما حرارة سطح الارض فهنا لبعض اسباب ظاهرة تفيد ضبط
موازنة هذه الحرارة حتى تكون معتدلة فى جميع سطح الكرة وذلك ان الشمس
اذا غربت عن ناحية شعت الارض الحرارة التى كانت تشربتها من الشمس
فتبرد تلك الناحية من ذاتها ثم ان كان الجو صحوا والهواء ساكنا كان ذلك التبرد
اعظم لكون الهواء والارض يفقدان حرارتهما بالتشعع معا وان كان الجو
مكدرا بالغيوم والهواء ساكنا تشرب الهواء الحرارة المتشعشعة من الارض
ولا يدعها ترتفع الى الاعلا وحينئذ فيدأ ما يحصل تعادل بين حرارة الارض
وطبقات الهواء السفلى وتبقى حرارة الارض محفوظة فى درجة لا تنزل عنها الا
قليلا حتى تبزغ الشمس فى اليوم الثانى لانه حيث كان الضباب الخفيف كافيا
لحجب الضوء عن الارض فكذلك البخار الخفيف الذى يكاد ان لا يبصر يكون
كافيا لحفظ الحرارة الصاعدة من الارض فى الطبقات السفلى للهواء فاذا بزغت
الشمس فى اليوم الثانى رجعت حرارة الارض بازيد مما فقد وهذه الزيادة تتكرر
فى كل يوم من ايام الربيع والصيف ثم بعد الصيف يكون ما تفقده الارض من
الحرارة فى كل يوم اكثر مما تكتسبه حتى يعود الدور ومعلوم ان كلا من الرياح
والسحب والامطار والضباب وفيضان النيل فى بعض الاقاليم ينوع كمية
الفقد والاكتساب المارين الى انواع كثيرة لا تكاد تنضبط غير ان الريح الذى
يبرد جزءا من الارض يسخن جزءا آخر والذى يجفف ناحية منها يرسل الامطار
الى ناحية اخرى وهكذا وكل ذلك نتيجة مسببة عن كروية الارض وبالجملة
فجميع التغيرات الجوية والعوارض الارضية وسائط لتعويض درجات
الحرارة فى بعض النواحى بعد فقدها من البعض الاخر ولا يقال ان هذه الاسباب
وغيرها قد تفقد من الارض جميع الحرارة التى اكتسبتها من الشمس ولا ان

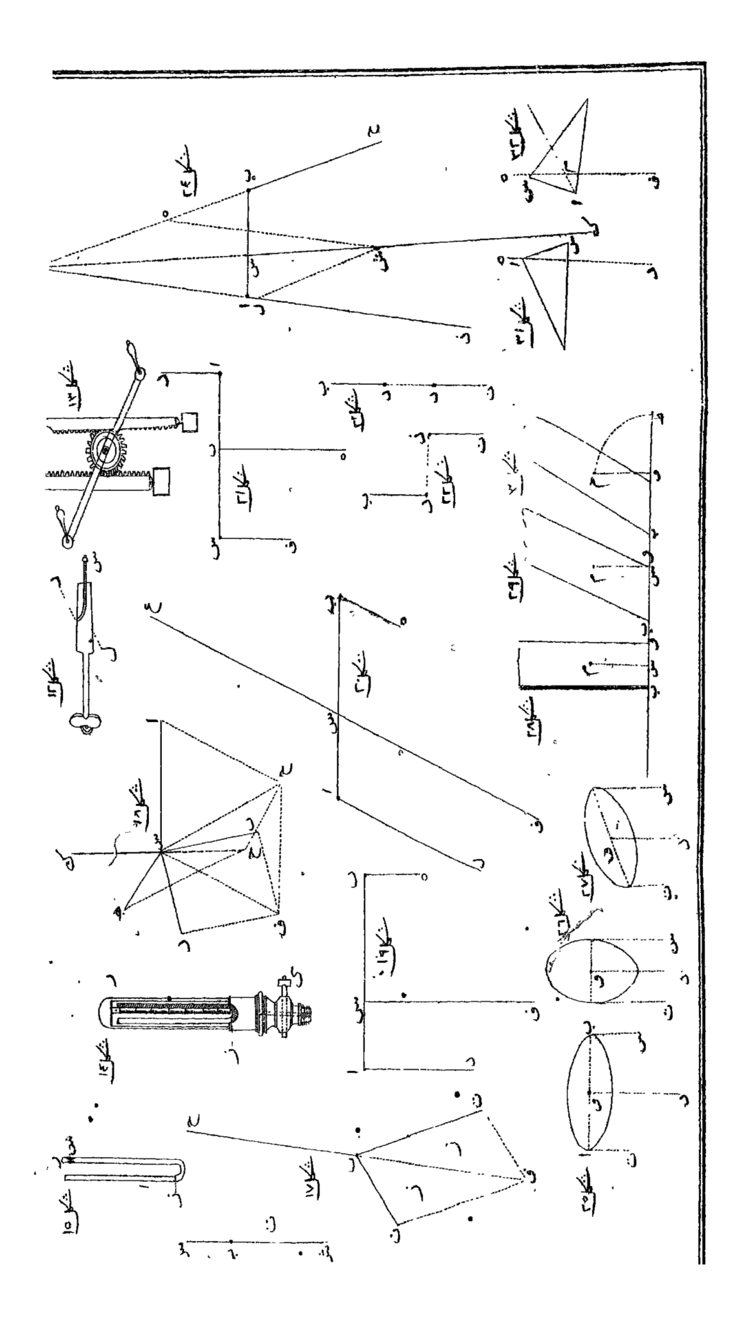
حرارة الاقاليم الحارة تزداد عماهى عليه اذا كان ماتكتسبه فى كل سنة اكثر مما
تفقده ولان برودة الاقاليم الباردة تزداد عماهى عليه اذا كان ماتفقده فى كل
سنة ازيد مما تكتسبه لما عرفت من التعويض ولان المعهود من قديم الزمان
الى الآن ان درجة حرارة الاقاليم على حالة واحدة لم تتغير ثم يمكن ان يقال
ماهى الواسطة التى تعرف بها كمية الحرارة المنبعثة من الشمس الى الارض
فى كل ناحية من نواحيها مدة سنة وهذا وان كان عسرا ومشكلا فى الظاهر الا
انه يسهل ويحل بعمل التجاريب اللازمة لذلك وقد استعملوا له الجهاز
المرسوم صورته فى الشكل (٢٦٥) وهو جهاز مركب من اسطوانتين
احداهما داخلة فى الاخرى وطول الظاهرة قدمان وقطرها اربعة قراريط
والمسافة التى بينهما مملوءة من الجليد المحروش وفى الطرف الذى يلى الشمس
منهما المرسوم عليه س انبوبة احد طرفيها مسدود بعدسة من زجاج
مسطحة الوجهين فى نقطة و والطرف الثانى فيه حجاب حاجز د له
ثقب واحد وفى الطرف الثانى منهما المرسوم عليه ت تيرمومتر له كرة
سوداء م وفى باطن الانبوبة الاولى حنفية ص يستخرج منها
الهواء عند عمل الفراغ فى باطن الآلة فاذا اريد تشغيل هذا الجهاز فليحرر
قبالة الشمس بان تجعل نقطة و جهة الشمس وتعدل بو[illegible] الصغير
الذى فى الصفحة المعدنية ط المضافة لقطع الجهاز ر المناط
المرسومة فى صفحة العاج ى بحيث يكون المحور ب ب الجهاز
قبالة مركز الشمس ثم يترك الجهاز ساكنا على هذه الحالة ويتأمل فى سيال
التيرمومتر فيوجد اولا فى درجة صفر لكونه محاطا بالجليد المحروش ثم ترتفع
درجته شيأ فشيأ حتى يقف عن الارتفاع فيعلم ان جميع ماحصل له من
الارتفاع هو الحرارة التى اكتسبها من الشمس ثم تكرر هذه التجربة فى اليوم
الواحد مرات عديدة فيعلم ان ارتفاع التيرمومتر يكون على حسب ارتفاع
الشمس فى السماء فاذا اسقط من كمية الحرارة التى دل عليها ارتفاع التيرمومتر
مقدار الحرارة التى يمكن ان تتشربها عدسة و كما ينبغى ان يحرر ذلك [illegible]

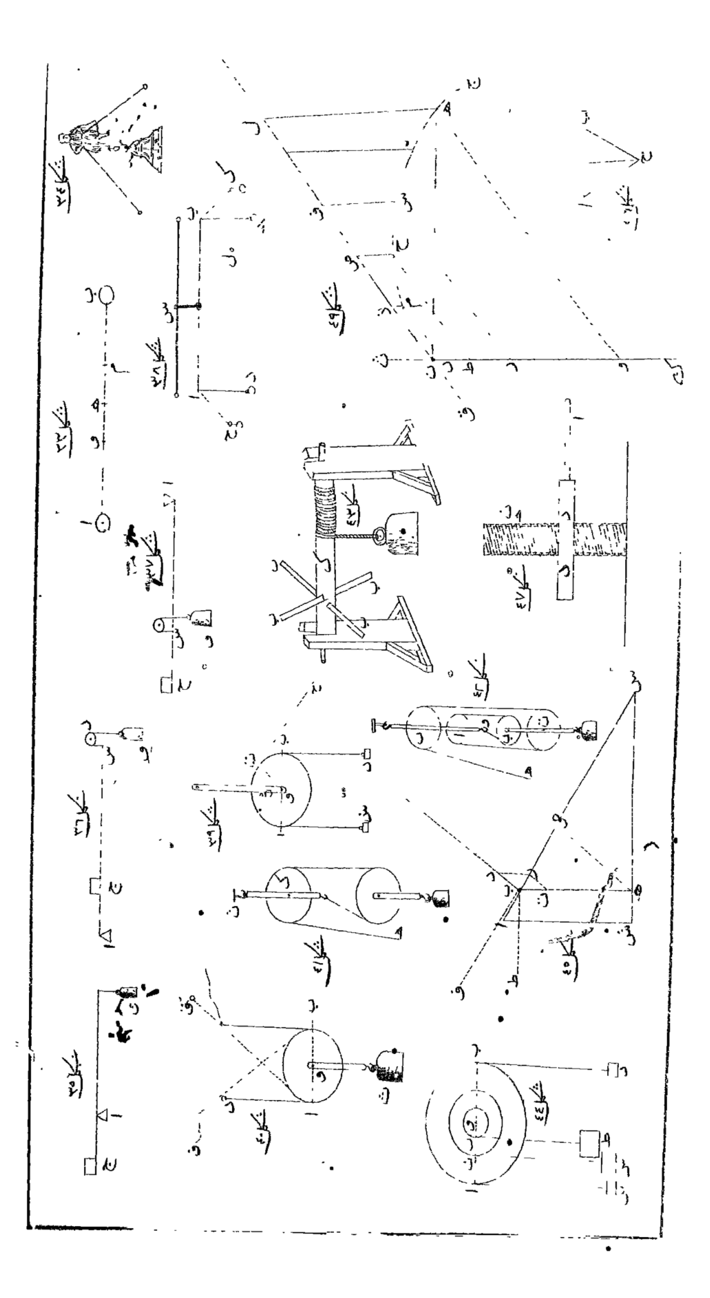
التجربة عرف مقدار ما اثرته حرارة الشمس فى الترمومتر مدة ساعات النهار
من الشروق الى الغروب فى كل يوم من ايام السنة وبواسطة تجريبات كثيرة
عملوها فى ذلك ضبطوا الكمية المتوسطة للحرارة فى اوقات متعددة لبلاد
مختلفة فقالوا ان غاية ارتفاع الترمومتر فى وقت الظهر فى باريز فى الصيف
سبع درج وخمس دقائق فعرفوا من ذلك ما بعثته الشمس من الحرارة فى ثانية
الى مسافة سينتى ميتر مربع من الارض واستنتجوا منه بالحساب مقدار
ما تبعثه لتلك المسافة فى يوم ثم فى سنة ثم ما تبعثه الى جميع سطح الارض
وعرفوا بعد ذلك ان الكمية التى تبعثها الشمس الى الارض من الحرارة تكفى
لاذابة طبقة من الجليد سمكها اربعة عشر ميترا تغطى سطح جميع الكرة وتلك
الكمية هى التى تنفذ فى بعض الفصول فى طبقات الارض الى طبقة
الاعتدال وتخرج منها بالتشعع فى بعض الفصول فتبقى حرارة الكرة فى وقت
من الاوقات بدرجة واحدة متناسبة وذلك الوقت هو وقت الاعتدالين وبذلك
اعتدلت درجة الحرارة للارض وصدق ان حرارتها الطبيعية دائما لا تزيد
ولا تنقص

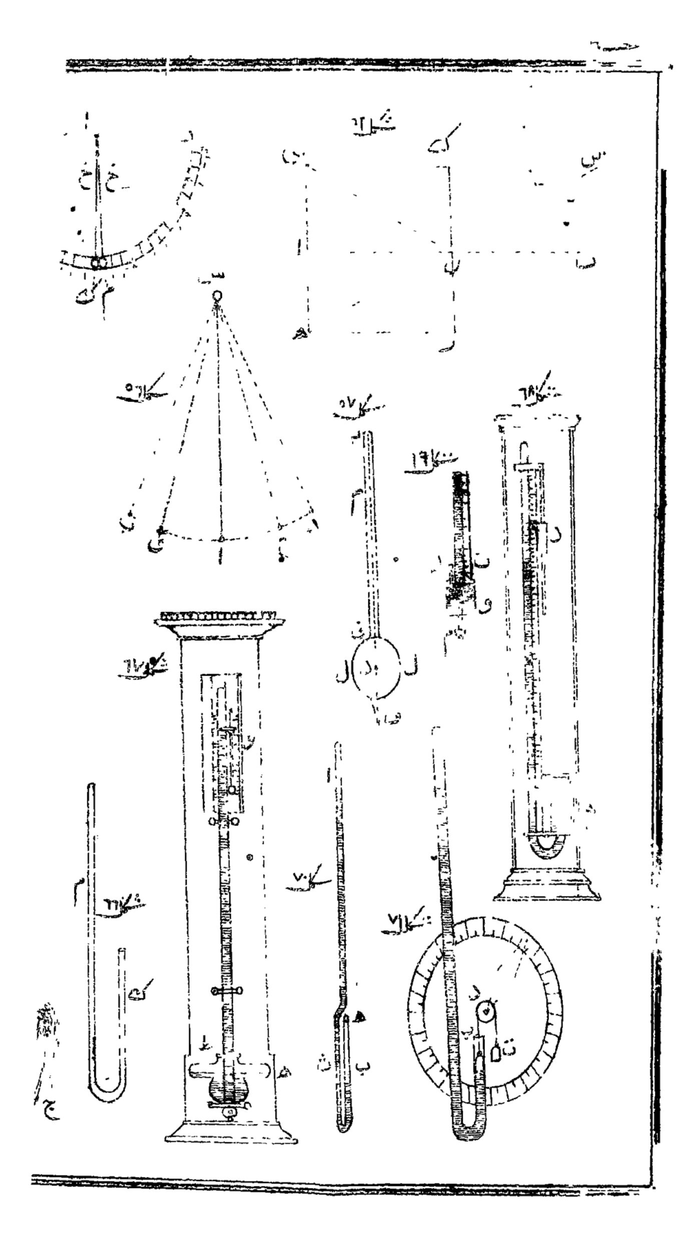
فسبحان من احاط علمه بذلك كله جملة وتفصيلا * ودبره بجلال
قدرته تكوينا جميلا * وحير العقول فى ادراك مواقعه
والتعرف على مواضعه حتى صار كل يعمل على شاكلته فربكم
اعلم بمن هو اهدى سبيلا فله الحمد على ما انعم به من انواع
المعارف وله الشكر على ما تكرم به من معارف
العوارف ربنا اتمم لنا نورنا واغفر لنا انك
على كل شئ قدير نعم المولى ونعم
النصير وحسبنا الله ونعم
الوكيل

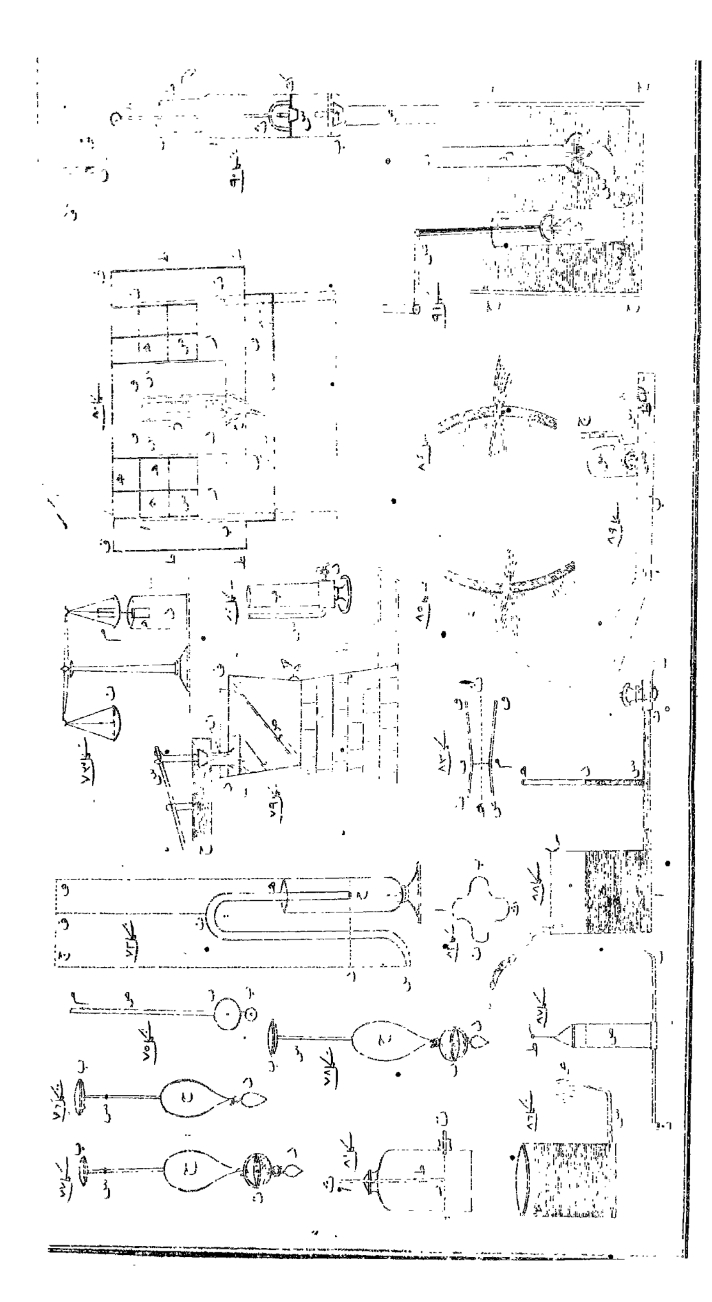
م

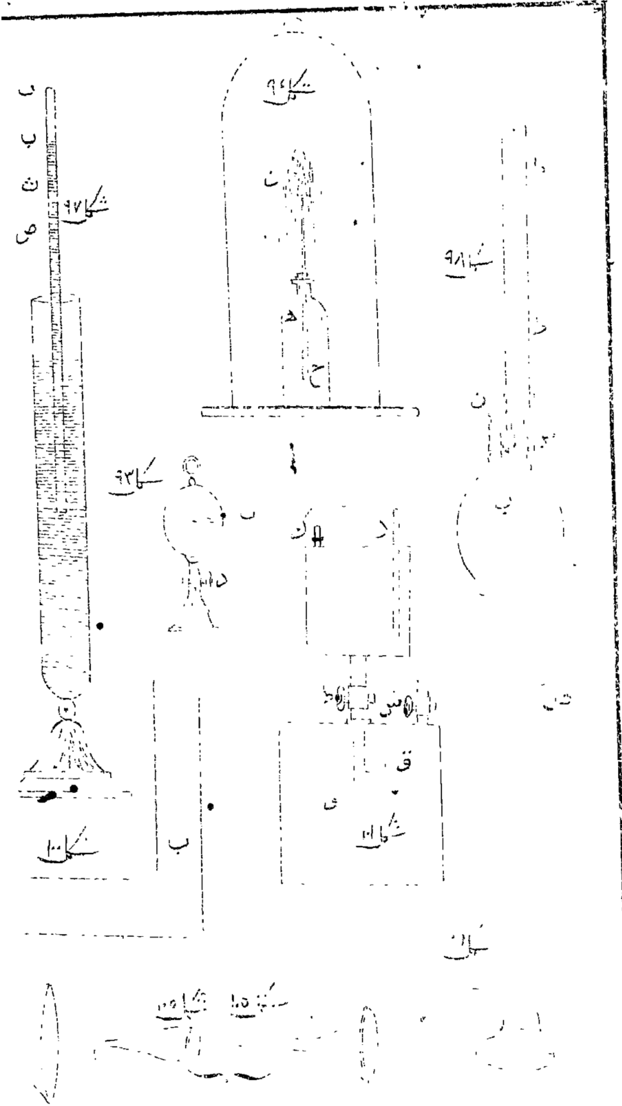


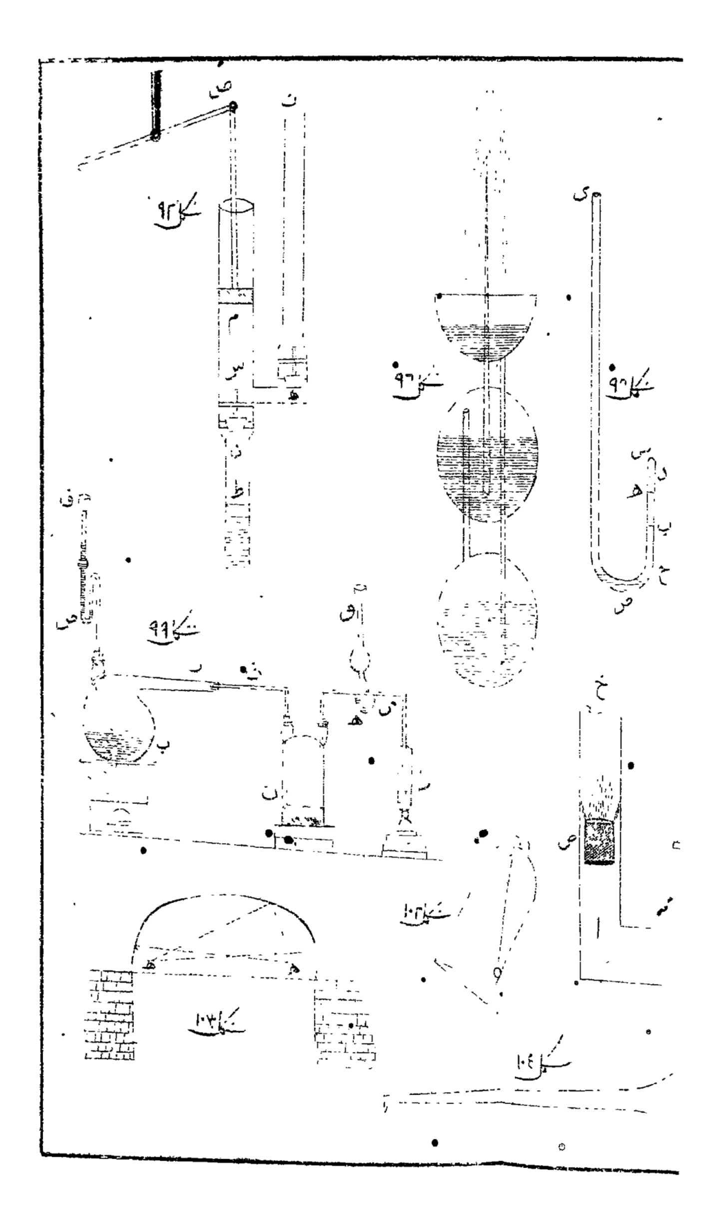


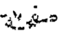












شكل ١١٥

شكل ١٠٨

شكل ١٠٩

شكل ١٢٢

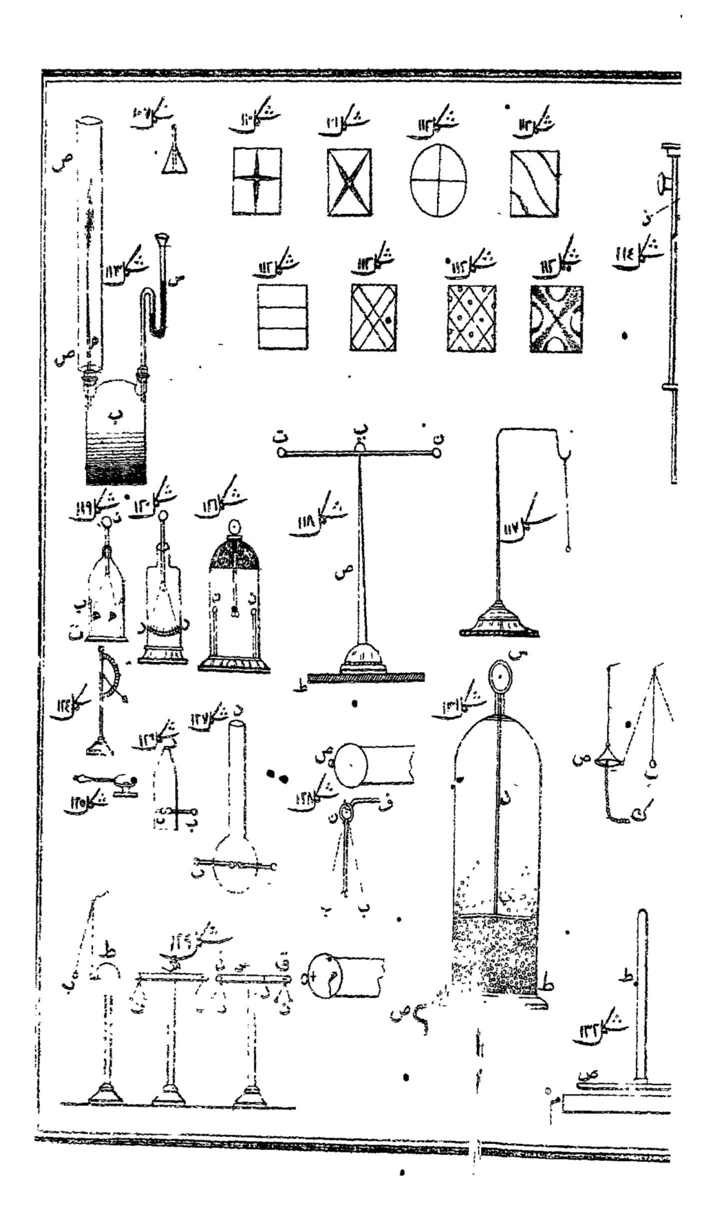
شكل ١٢٣

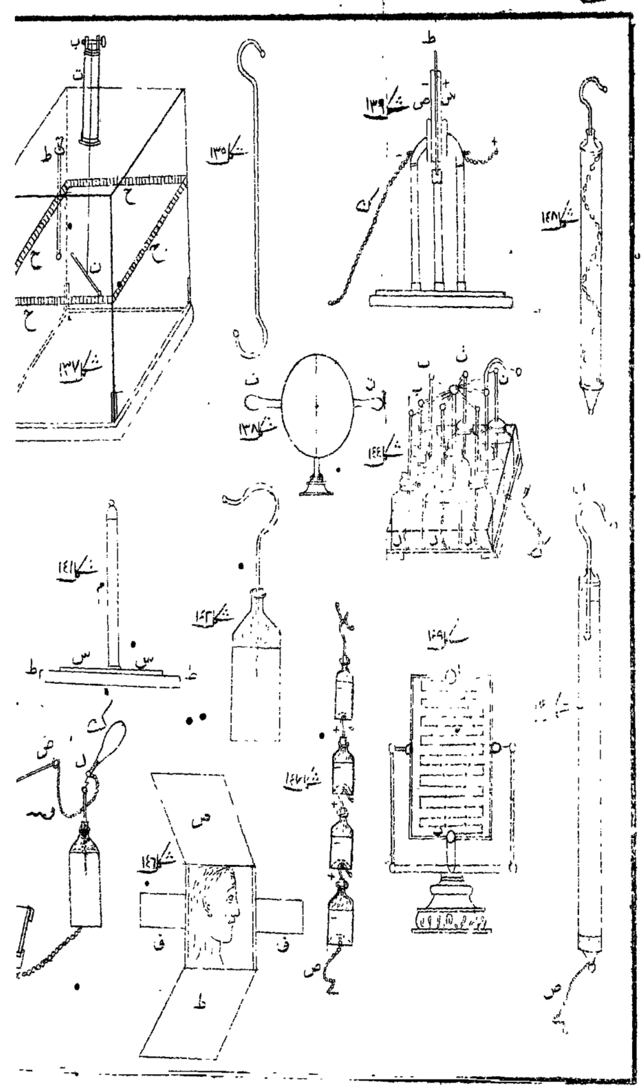
شكل ١١٦

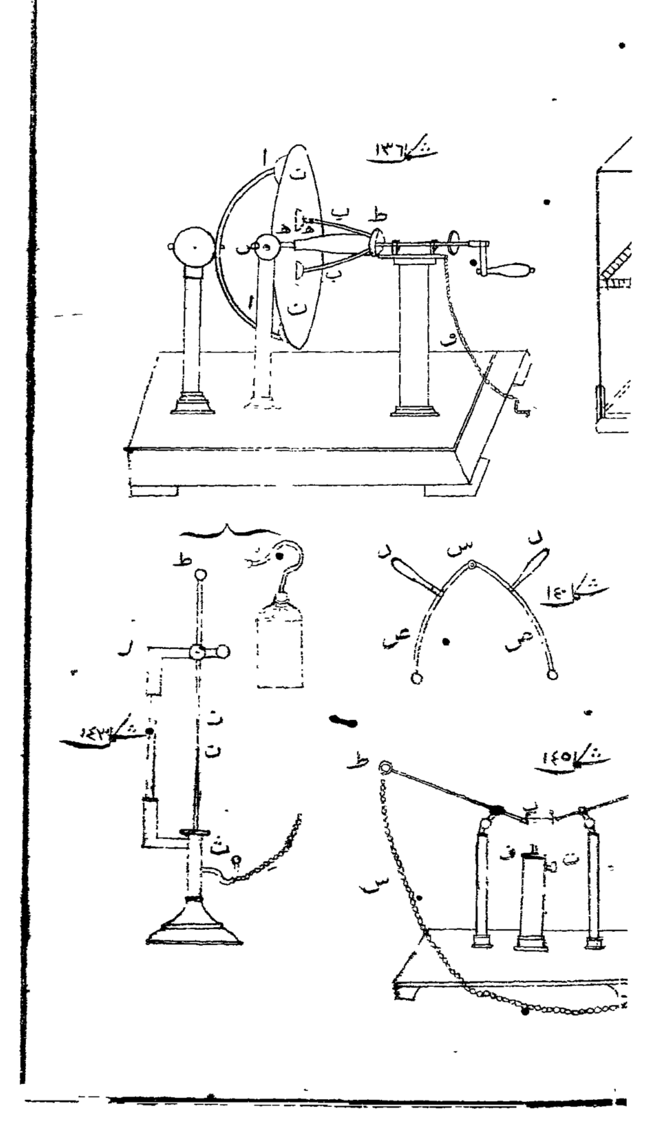
شكل ١٣٠

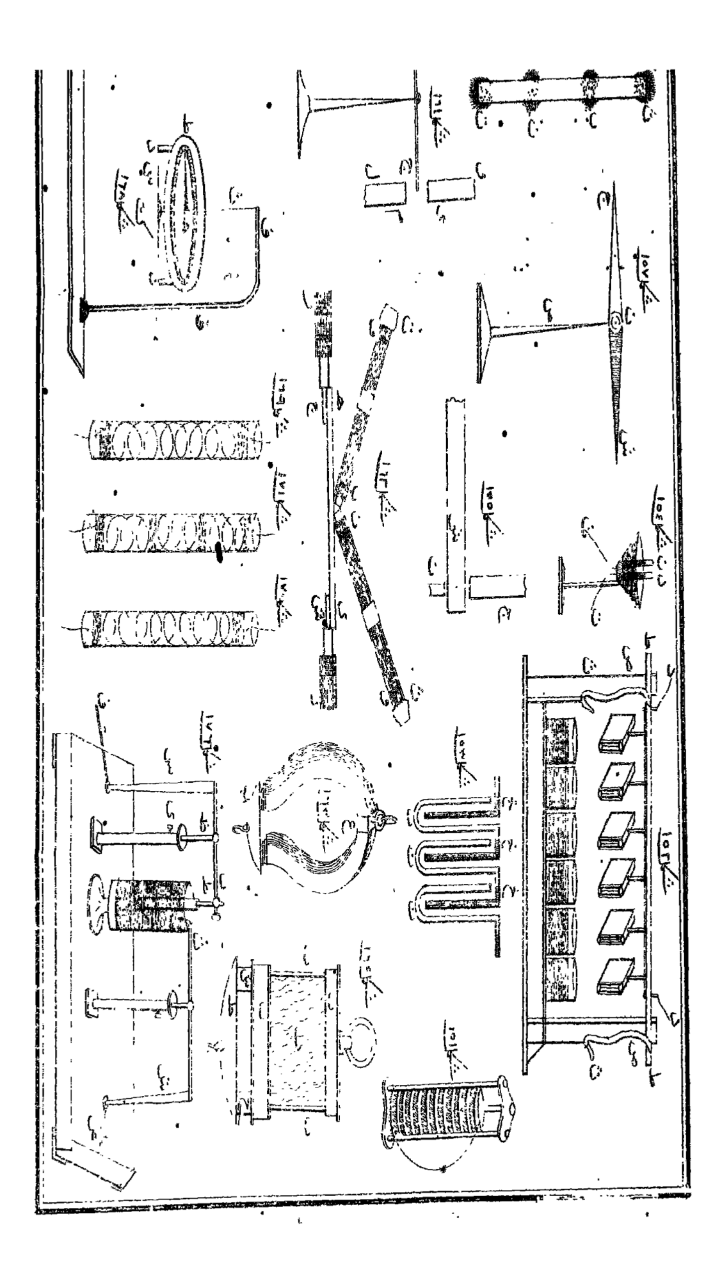
شكل ١٣٤

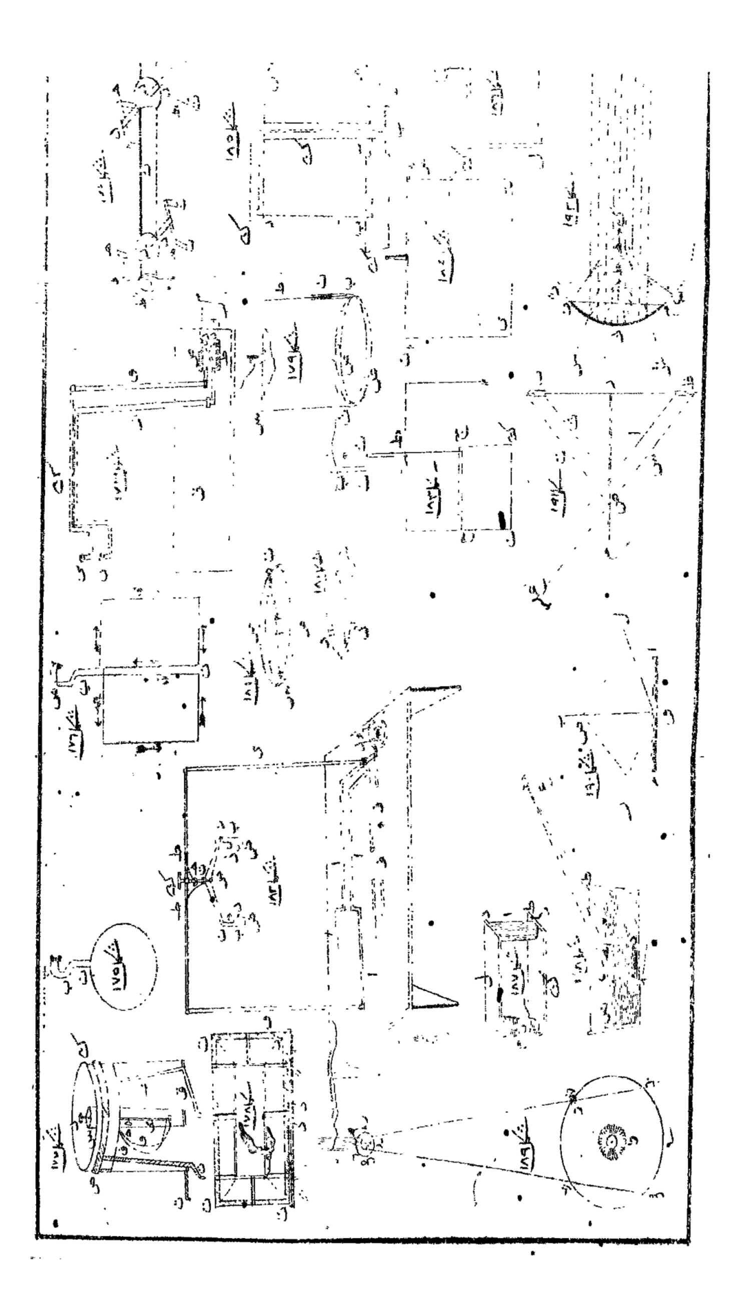
شكل ١٣٣

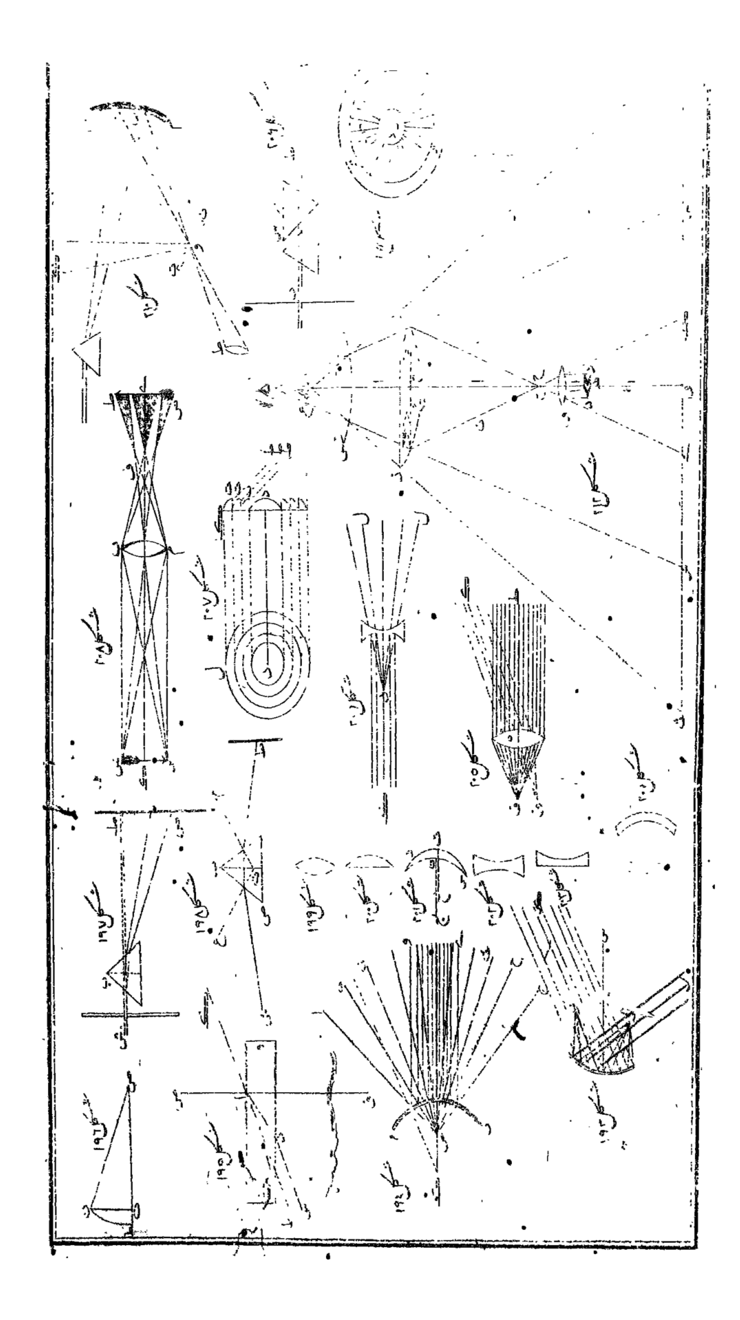


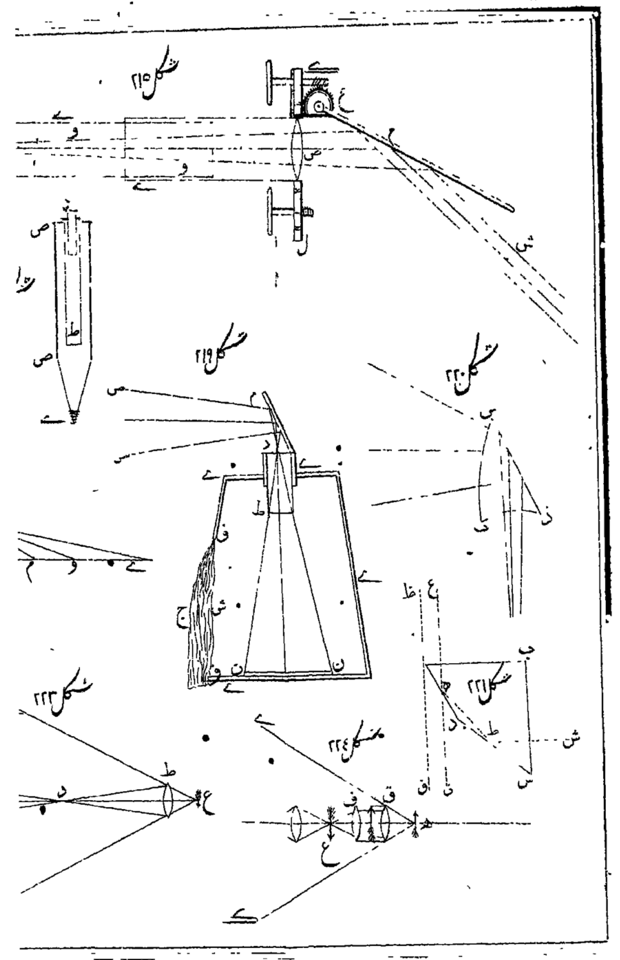

شكل ١٣٥
شكل ١٣٧
شكل ١٣٨
شكل ١٣٩
شكل ١٤١
شكل ١٤٢
شكل ١٤٤
شكل ١٤٦
شكل ١٤٧
شكل ١٤٩


شكل ١٣٦
شكل ١٤٠
شكل ١٤٣
شكل ١٤٥








شكل ٢١٥
شكل ٢١٩
شكل ٢٢٠
شكل ٢٢١
شكل ٢٢٣
شكل ٢٢٤

